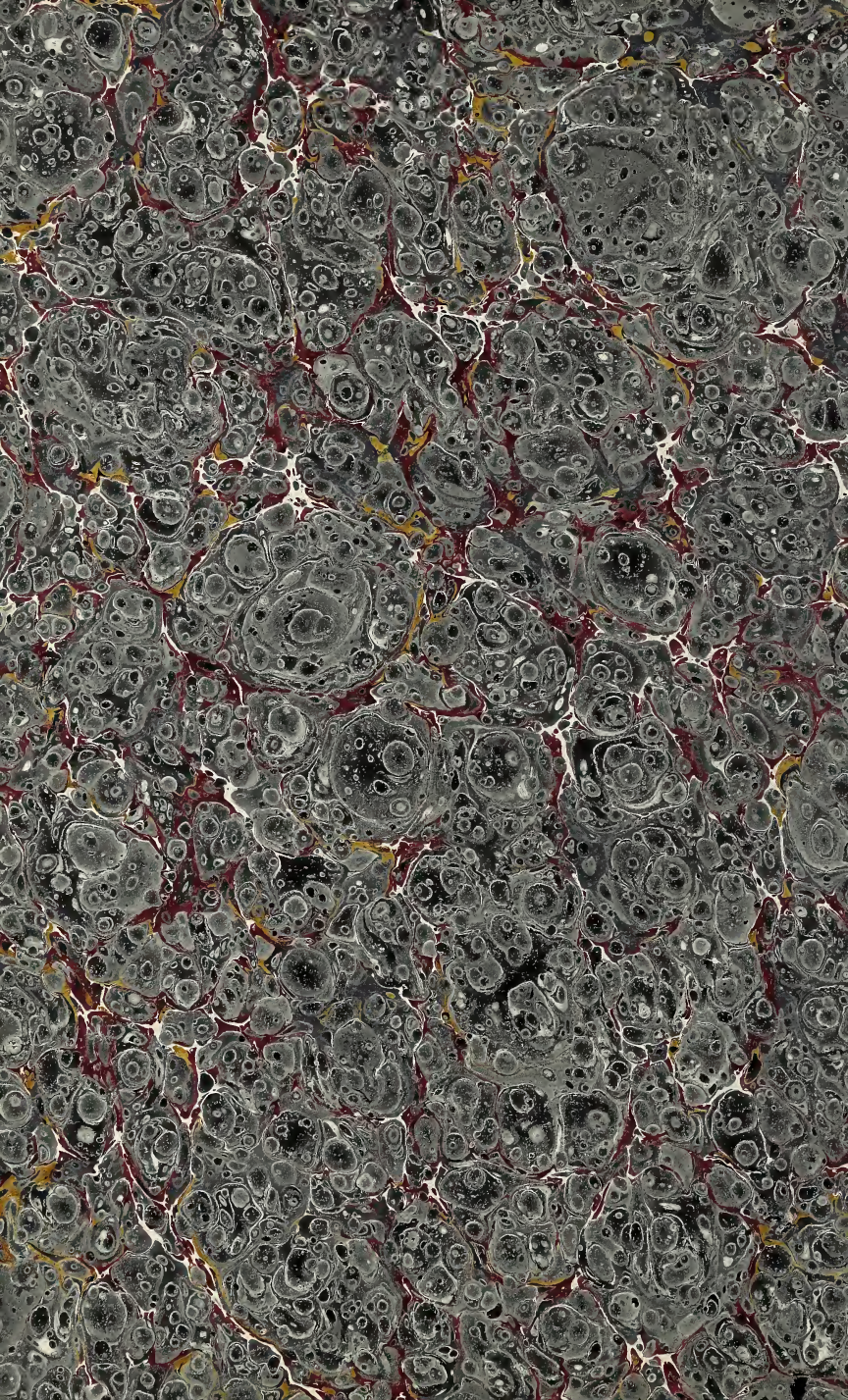
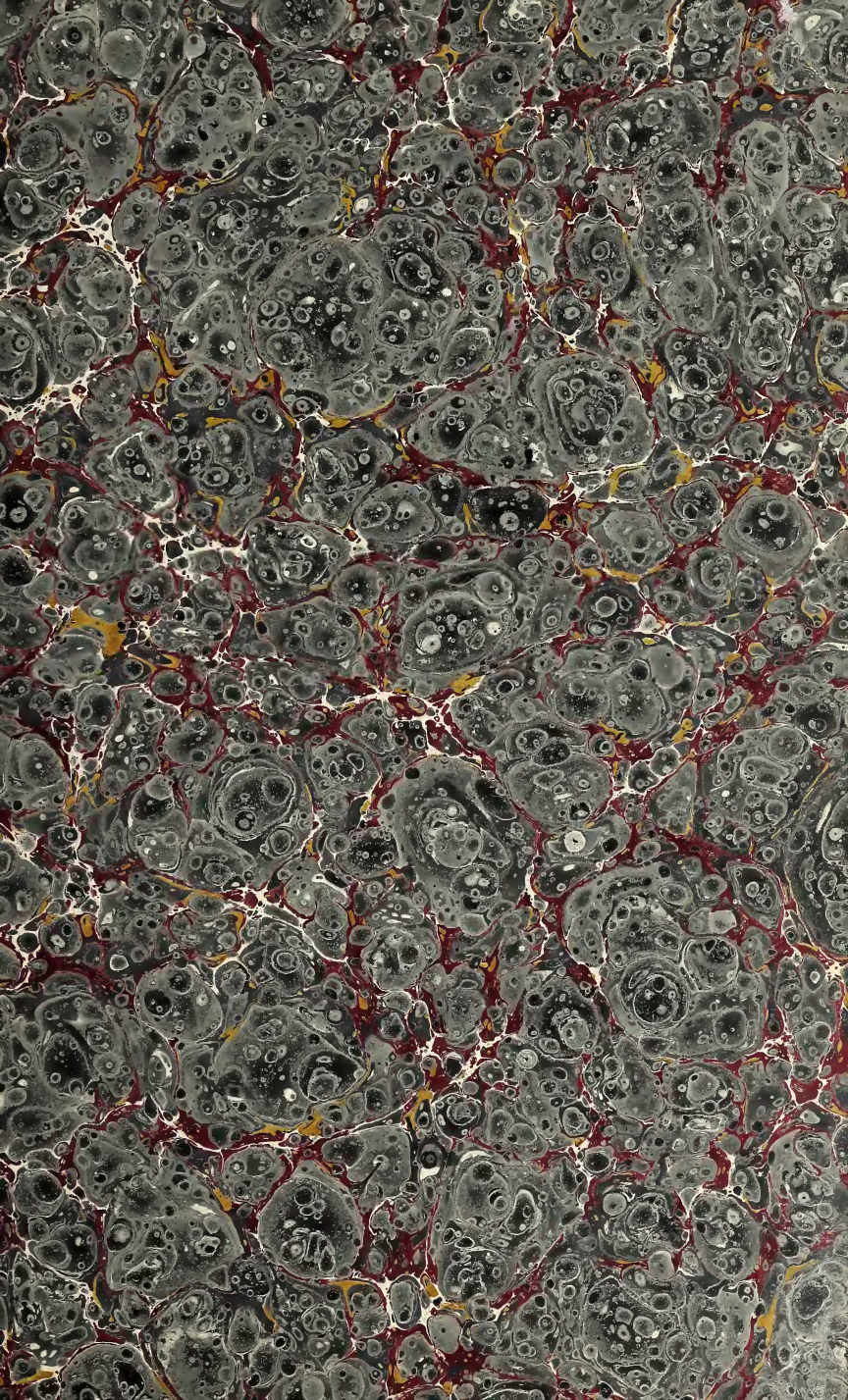








SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

Bulletin
DE LA
SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

Come Vingt-deuxième. Deuxième série.

1864 A 1865.

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ
RUE DE FLEURUS, 39.

1865



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

Séance du 7 novembre 1864.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

Par suite des présentations faites dans la réunion extraordinaire à Marseille, dans le mois d'octobre dernier, M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

ARNAUD (Émile), membre de la Société d'émulation de la Provence, etc., à Apt (Vaucluse), faubourg des Cordeliers, 17, présenté par MM. Coquand et Matheron ;

BROSSARD, ingénieur civil, à Sétif (Algérie), présenté par MM. Matheron et Coquand ;

CHAPLAIN-DUPARC, ingénieur civil, rue Dauphine, 4, à Paris, présenté par MM. Daubrée et Matheron ;

COLLOMP (le docteur Zozime), à Marseille (Bouches-du-Rhône), présenté par MM. Coquand et Matheron ;

COSTE (Joseph), géologue, à Marseille (Bouches-du-Rhône), boulevard Longchamp, 130, présenté par MM. Coquand et Matheron ;

DIEULAFAIT, professeur de physique au collège, à Toulon (Var), présenté par MM. Coquand et Matheron ;

FALIÈS, ingénieur attaché au chemin de fer de l'Ouest, à Paris, chaussée du Maine, 4, présenté par MM. Triger et Delesse ;

GOBERT (Auguste), élève ingénieur des mines, rue du Marché, 49, à Bruxelles (Belgique), présenté par MM. de Verneuil et Coquand ;

JACKSON (James), à Paris, avenue d'Antin, 15, présenté par MM. Hébert et Matheron ;

DE LA ROQUE (le baron), à Marseille (Bouches-du-Rhône),

rue des Dominicains, 45, présenté par MM. Matheron et Coquand;

MAGNAN (Henri), à Toulouse (Haute-Garonne), allée Louis-Napoléon, 66, présenté par MM. Daubrée et Leymerie;

SCHLOENBACH (Urban), à Salzgitter (Hanovre), présenté par MM. Saemann et Eug. Deslongchamps;

VILLOT, ingénieur des mines, à Marseille (Bouches-du-Rhône), présenté par MM. Daubrée et Matheron.

MAYER (Charles), professeur à l'université, à Zurich (Suisse), ancien membre de la Société, est admis, sur sa demande, à en faire de nouveau partie.

M. le Président annonce ensuite cinq présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, in-4, juin à octobre 1864.

De la part du comité de la paléontologie française, in-8, *Terrain jurassique*, liv. 5. — *Gastéropodes*, t. III, par M. Piette; texte, f. 1 à 3; atlas, pl. 1 à 12. — *Terrain crétacé*, liv. 16, t. VII. — *Échinides*, t. II, par M. G. Cotteau; texte, f. 36 à 38; atlas, pl. 1132 et 1138 à 1148.

De la part de M. Ed. Beltremieux, *Faune du département de la Charente-Inférieure*, in-8, 94 p., 8 pl.; la Rochelle, 1864, chez G. Mareschal.

De la part de M. le docteur Berg, *Bulletin de la Société d'acclimatation et d'histoire naturelle de l'île de la Réunion*, in-8, janvier, avril, juillet, octobre 1863; janvier, avril, juillet 1864.

De la part de M. Bonissent, *Essai géologique sur le département de la Manche* (suite), in-8, 56 p.

De la part de M. I. Cocchi, *Monographia dei Pharyngodopilidæ*, in-4, 88 p., 6 pl.; Florence, 1864, chez MM. Cellini et C^{ie}.

De la part de M. Th. Davidson :

1° *A monograph of british devonian brachiopoda*, VI^e partie, in-8, 56 p., 9 pl.; Londres, 1864;

2° *Outline of the geology of the Maltese islands*, by

D^r Leith Adams, *and Descriptions of the brachiopoda*, in-8, by Th. Davidson, 11 p., 1 pl.; Londres, 1864;

3° *On the recent and tertiary species of the Thecidium*, in-8, 10 p., 1 pl.; Londres.

De la part de M. G. P. Deshayes, *Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris*, in-4, liv. XXXVII et XXXVIII, et XLI à XLIV.

De la part de M. Eugène Eudes-Deslongchamps, *Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris pour le doctorat ès sciences naturelles*, en août 1864, in-4, 256-36 p., 3-3 pl.; Caen, 1864, chez F. le Blanc-Hardel.

De la part de M. G. Dewalque, *Note sur le gisement de la chaux phosphatée en Belgique*, in-8, 3 p.

De la part de M. Dollfus-Ausset, *Matériaux pour l'étude des glaciers*, t. V, 1^{re} partie. — *Glaciers en activité dans les Alpes*, in-8, 602 p.; Paris, 1864, chez F. Savy.

De la part de M. T. Egleston, *Catalogue of minerals with their formulas, etc., prepared for the Smithsonian Institution*, in-8, 42 p.; Washington, juin 1863.

De la part de M. Albert Gaudry, *Animaux fossiles et géologie de l'Attique*, in-4, 9^e liv.

De la part de M. E. Guillemin, *Résumé d'un rapport sur le bassin houiller du nord-ouest de Madagascar*, in-8, 16 p.; Paris, 1864, chez M^{me} veuve Bouchard-Huzard.

De la part de M. Henri Lecoq, *Les eaux minérales considérées dans leurs rapports avec la chimie et la géologie*, in-8, 463 p.; Paris, 1864, chez J. Rothschild.

De la part de M. Ch. Lory, *Quelques mots sur la carte géologique et agronomique du département de l'Isère*, par M. Scipion Gras, in-8, 7 p.; Grenoble, 13 août 1864, chez Maisonville.

De la part de M. Charles Martins, *Tableau physique du Sahara oriental de la province de Constantine* (extrait de la *Revue des deux mondes*, 15 juillet 1864), in-8, 59 p.; Paris, 1864.

De la part de M. Pierre Mérian :

1° *Ueber die Stellung des Terrain à chailles in der Schichtenfolge der Juraformation*, in-8, 10 p.;

2° *Ueber den Meteorsteinfall zu Ensishheim*, in-8, 1 p.

De la part de M. G. Omboni, *Bibliografia*. — Lyell, *Antichità dell' uomo*. — Gastaldi, Strobele e Pigorini, *Avanzi dell' antica industria umana in Italia*. — Broca, *Lavori della Società d'antropologia di Parigi* (extr. des *Atti della Società italiana di scienze naturali*), in-8, 47 p.; Milan, 1864, chez Bernardoni.

De la part de M. F.-J. Pictet, *Note sur la succession des mollusques gastéropodes pendant l'époque crétacée dans la région des Alpes suisses et du Jura*, in-8, 32 p.; Genève, septembre 1864.

De la part de M. G. Ponzi :

1° *Sulle correnti di lava scoperte dal taglio della ferrovia di Albano*, in-4, 7 p.;

2° *Osservazioni geologiche sui vulcani Sabatini*, in-4, 8 p.;

3° *Sulla origine dell' alluminite e caolino della Tolfa*, in-4, 5 p.;

4° *Società in partecipazione per la ricerca ed escavazione dei carboni fossili nel territorio di Tolfa*, in-4, 10 p., 1 pl.; Rome, 1860;

5° *Dell' aniene e dei suoi relitti*, in-4, 32 p., 1 pl.; Rome 1862.

De la part de M. Jos. Prestwich, *On the section at Moulin Quignon, Abbeville, and on the peculiar character of some of the flint implements recently discovered there*, in-8, 9 p.; Londres, 1863.

De la part de M. E. Renevier, *Notices géologiques et paléontologiques sur les Alpes vaudoises*, I, *Infralias*, in-8, 60 p., 3 tableaux et 3 pl.; 1864, Lausanne, chez Delafontaine et Rouge; Paris, chez F. Savy.

De la part de M. G. Scarabelli Gommi Flaminj, *Sui gessi di una parte del versante N. E. dell' Apennino*, in-8, 21 p., 1 pl.; Imola, 1864, chez F. Galeati et fils.

De la part de M. Th. Scheerer :

1° *Ueber den Astrophyllit und sen Verhältniss zu Augit und Glimmer im Zirconsyenit, etc.*, in-8, 34 p.; Berlin, 1864, chez A. W. Schade;

2° *Vörlaufiger Bericht über krystallinische Silikatgesteine des Fassathales und benachbarter Gegenden südtyrols*, in-8, 27.; Stuttgart, 1864.

De la part de M. A. Winchell :

1° *First biennial of the progress of the geological Survey of Michigan, embracing observations on the geology, zoology and botany of the lower peninsula*, in-8, 239 p.; Lansing, 1861, chez Hosmer et Kerr;

2° *Notice of the rocks lying between the carboniferous limestone of the lower peninsula of Michigan and the limestones of the Hamilton group, with descriptions of some cephalopods supposed to be new to science*, in-8, 17 p.; New Haven, 1862, chez E. Hayes;

3° *Descriptions of fossils from the Marshall and Huron groups of Michigan*, in-8, 26 p. (405-430), 1862;

4° *On the saliferous rocks and salt springs of Michigan*, in-8, 5 p. (307-311), 1862;

5° *On the identification of the Catskill red sandstone group with the Chemung*, in-8, 2 p. (61-62), 1862;

6° *Description of elephantine molars in the museum of the University*, in-8, 3 p., 1863;

7° *Fossils from the Potsdam of Wisconsin and lake Superior*, in-8, 8 p. (226-232), 1863;

8° *Descriptions of fossils from the yellow sandstones lying beneath the « Burlington limestone », at Burlington (Iowa)*, in-8, 32 p., 1863;

9° *Salt manufacture of the Saginaw Valley (Michigan)*, in-8°, 15 p., 1862.

De la part de M. A. Bouvier :

1° *Nouveau système des mondes. — Périodicité des déluges universels ; date du dernier, époque du nouveau*, in-8, 126 p., 1 pl.; Lyon, 1862;

2° *Prochain retour des déluges universels établi sur des preuves certaines*, in-8, 108 p.; Lyon, 1864.

De la part de M. de Caumont, *Coup d'œil sur la constitution tellurique de Falaise*, in-8, 21 p.; Caen, 1864, chez A. Hardel.

De la part de M. A. L. Donnadieu, *Tableau de la classifica-*

tion du règne animal, d'après M. le professeur Paul Gervais, 1 f. colombier; Montpellier, 1864, L. Christin et C^{ie}.

De la part de M. Emm. Pendariès, *Pétition au sénat. — L'agriculture régularisée par l'État au point de vue administratif et judiciaire. — Tribunaux agricoles*, in-18, 284 p.; Toulouse, 1864.

De la part de M. Victor Plessier, *Formation simultanée du plateau et des vallées de la Brie; préexistence des sources et pondération des cours d'eau*, in-8, 43 p.; 1864, Provins, chez Lebeau; Paris, chez F. Savy.

De la part de M. Alph. de Dittmar, *Die Contorta-Zone (Zone der Avicula contorta, Portl.), ihre Verbreitung und ihre organischen Einschlüsse*, in-4, 218 p., 3 pl., 1 carte; Munich, 1864, chez H. Manz.

De la part de M. Félix Karrer, *Die Foraminiferen-Fauna des tertiären Grünsandsteines der Orakey-Bay Auckland*, in-4, 16 p., 1 pl.

De la part de M. F. de Marenzi :

1° *Die Seen der Vorzeit in Oberkrain und die Fersenschiffe der Save*, in-8, 8 p.; Laibach, 1863;

2° *Zwölf Fragmente über Geologie*, in-8, 96 p., 4 pl.; Trieste, 1864.

De la part de M. G. Menechini, *Dentex Münsteri, etc.*, in-4, 26 p., 1 pl.; Pise, 1864, chez Nistri.

De la part de MM. W. K. Sullivan et J. P. O'Reilly, *Notes on the geology and mineralogy of the spanish provinces of Santander and Madrid*, in-8, 196 p., 4 pl.; Londres et Édinburgh, 1864.

De la part de M. W. Waagen :

Der Jura in Franken, Schwaben und der Schweiz verglichen nach seinen palæontologischen Horizonten, in-4, 234 p.; Munich, 1864;

2° *Bericht über die Ehreungen der Wasser-Versorgungs-Commission des Gemeinderathes der Stadt-Wien*, in-4, 295 p. et Atlas; Wien, 1864.

Comptes rendus hebdom. des séances de l'Académie des sciences, in-4, 1864, 1^{er} sem., t. LVIII, n^{os} 25 et 26; t. LIX, n^{os} 1 à 18.

Bulletin de la Société de géographie, in-8, juin à septembre 1864.

Bulletin de la Société botanique de France, in-8, t. X, 1863, n° 8; t. XI, 1864; *Revue bibliographique*, n°s A, B.

Annuaire de la Société météorologique de France, in-8, t. XII, 1864, *Bulletin des séances*, f. 1-13.

Annales des mines, in-8, 2^e livr., 1864.

Bulletin des séances de la Société imp. et centrale d'agriculture, etc., in-8, t. XIX, 1864, n°s 5 à 10.

L'Institut, in-4, n°s 1590 à 1609; 1864.

Réforme agricole, in-4, juin à octobre 1864.

Mémoires de la Société d'agric., etc., du départ. de l'Aube, in-8, 3^e et 4^e trim. 1863.

Bulletin de la Soc. d'histoire naturelle de Colmar, in-8, 1863.

Mémoires de la Société d'émulation du département du Doubs, in-8, 1862.

Annales de la Société d'émulation des Vosges, 1862.

Mémoires de la Société imp. d'agriculture, etc., d'Angers, in-8, t. VI, 4^e cahier; t. VII, 1^{er} et 2^e cahiers.

Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, in-8, décembre 1863.

Annales de la Société des sciences industrielles de Lyon, in-8, février et mars 1864.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, in-8, mai à août 1864.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale (Saint-Étienne), in-8, octobre à décembre 1863.

L'Abbevillois, in-f°, 19 juillet 1864.

Mémoires de l'Académie imp. des sciences, etc., de Toulouse, in-8, 6^e série, t. II, 1864.

Société imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — *Revue agricole, etc.*, in-8, mai, juin et juillet 1864.

Bulletin de la Société des sciences hist. et naturelles de l'Yonne, in-8, 1864, 1^{er} trim.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London, for the year 1863, in-4, vol. CLIII, parties 1 et 2, 1864.

Proceedings of the Royal Society, in-8, vol. XIII, n°s 63 à 67.

The quarterly Journal of the geological Society of London, in-8, août 1864, n° 79.

Report of the 33th. meeting of the British association for the advancement of science held at Newcastle-upon-Tyne; in-8, août et septembre 1863.

The Athenæum, in-4, n^{os} 1913 à 1932; 1864.

The mining and smelting Magazine, in-8, juin à novembre 1864.

The Transactions of the Royal Irish Academy, in-4, vol. XXIV, part. 1 et 3, 1864.

Proceedings of the Royal Irish Academy, in-8, vol. VIII, part. 1 à 6, 1864.

The journal of the royal Dublin Society, in-8, octobre 1863, juillet 1864.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., in-8, de MM. G. Leonhard et H. B. Geinitz, 1864, 4^e, 5^e et 6^e cahiers.

Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, in-8, février à avril 1864.

Mittheilungen des österreichischen Alpen-Vereines, in-18, t. II; Wien, 1864.

Württembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte, in-8, 1863, 2^e et 3^e cahiers; 1864, 1^{er} cahier.

Memorias de la reale Academia de ciencias exactas, físicas y naturales de Madrid, in-4, t. II, 2^e part.; t. III, 3^e part.; t. VI, 1^{re} part.

Resumen de las actas de la R. Academia de ciencias, etc., de Madrid, in-8, 1861 à 1862.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, in-8, avril, mai et juin 1864.

Los libros del saber de Astronomia del Rey D. Alfonso X de Castilla, 2 vol. in-fol.; Madrid, 1863, imprimerie royale.

Revista minera, in-8, 1^{er} juillet au 1^{er} nov. 1864.

Atti della Società italiana di scienze naturali, in-8, vol. VI, fasc. 3, f. 11 à 24.

The American Journal of science and arts, by Silliman; in-8, juillet et septembre 1864.

The Canadian naturalist and geologist, nouv. série, in-8, t. I^{er}, 1864.

The Canadian Journal of industry, science and art, in-8, juillet et septembre 1864.

Boston Journal of natural history, in-8, vol. VII, n° 4; 1863.
Proceedings of the Boston Society of natural history, in-8,
 t. IX, f. 12 à 20, 1864.

Proceedings of the American Academy of arts and sciences,
 in-8, vol. VI, f. 11 à 22, 1863

Smithsonian contributions to knowlegde, in-4, t. XIII, 1864.

*Annual report of the board of regents of the Smithsonian
 Institution*, in-8, 1863.

*Memoirs of the geological survey of India. — Palæontologia
 indica*, in-4, t. II, 6, t. III, 1, t. III, 2-5.

*Annual report of the geological survey of India and of the
 Museum of geology, for the year 1862-1863*, in-8.

M. Danglure offre à la Société, au nom du comité de la
 paléontologie française : 1° la première livraison de la *Description
 des gastéropodes jurassiques*, par M. Piette; 2° la 12° li-
 vraison de la *Description des échinides crétacés*, par M. Cot-
 teau.

M. d'Archiac présente la lettre suivante de M. l'abbé
 Pouëch :

Pamiers, le 19 juillet 1864.

Monsieur,

Au moment où je préparais une nouvelle note concernant les
 dépôts tertiaires lacustres de l'Ariège, j'ai lu dans le *Bulletin*, à la
 suite de ma note précédente sur le même sujet (1), une observation
 de vous portant que : « Je ne tiens pas assez compte des soulève-
 » ments qui ont pu modifier profondément l'altitude des dépôts
 » tertiaires moyens de cette région. » C'est-à-dire sans doute de
 la base nord des Pyrénées et en particulier de la région qui fait
 l'objet de ma note.

Votre observation est fort juste, et j'y souscris volontiers. J'ai
 procédé trop timidement, j'en conviens, en n'invoquant pas l'in-
 tervention des soulèvements postéocènes (2), postmiocènes même,

(1) *Bulletin*, t. XXI, 2^e série, p. 197-202.

(2) Une simple allusion à de tels mouvements m'avait été imputée
 à grief (*Bull.*, 2^e sér., t. XX, p. 305, etc.). Fidèle à ses souvenirs
 classiques, mon adversaire d'alors ne voulait plus de soulèvement
 après le grand soulèvement pyrénéen.

alors que cela m'était permis, comme vous l'observez, et que j'étais autorisé à le faire.

Il fallait bien, en effet, quelque chose comme cela, un exhaussement du sol à l'amont, ou un abaissement vers l'aval, pour provoquer le départ des eaux du bassin sous-pyrénéen et mettre fin à la formation lacustre qui occupe encore aujourd'hui la contrée, Quel est celui de ces deux mouvements qui a eu réellement lieu ? C'est le problème posé. Est-ce le premier ? est-ce le second ? L'effet définitif, le départ des eaux vers le nord, et l'émersion définitive du bassin, ne résulte-t-il pas du concours simultané de l'un et de l'autre peut-être ?

La supposition d'un mouvement produisant une dépression du sol vers l'aval n'est pas sans difficulté. Une dépression telle aurait pour conséquence nécessaire un abaissement uniforme et général des eaux de l'Océan correspondant à une émersion pareillement simultanée et uniforme de toutes les régions littorales. Or ce changement uniforme et général de niveau s'observe-t-il ? comment le constater sur des espaces immenses ? Mille incertitudes, comme on voit, résultent de cette supposition, que le fait constaté par M. Raulin d'une élévation relativement faible des dépôts miocènes sur la marge nord, rend encore bien plus improbable (1).

L'exhaussement du sol vers l'amont ne soulève pas les mêmes difficultés, la solidarité des niveaux n'existant qu'entre masses liquides communiquant entre elles. Toute une région continentale, au contraire, peut être soulevée sans que ce soulèvement affecte de même la région voisine. Cette théorie naturelle est même réellement appuyée par des faits, j'en conviens ; mais quel large champ n'ouvre-t-elle pas aux hypothèses ? Avec elle, à tout propos on pourra alléguer des soulèvements locaux, des soulèvements inégaux, des soulèvements alternatifs, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre : on admettra une véritable fluctuation du sol, en un mot.

Quoi qu'il en soit, au reste, de cette théorie qui cependant peut

(1) *Bull.*, t. XXI, 2^e sér., p. 202... On pourrait peut-être recourir à l'hypothèse d'anciennes barrières situées vers le nord, séparant le lac sous-pyrénéen de l'Océan et plus tard abaissées. J'ignore ce qu'une pareille hypothèse peut trouver de garantie dans les faits, mes observations portant uniquement sur l'Ariège. Dans ce cas seulement, en supposant que le fond même du lac en question eût été primitivement au-dessus du niveau de l'Océan. La barrière supprimée sur une grande étendue à la fois, on conçoit que l'émersion du bassin eut lieu sans perturbation générale, comme aussi sans soulèvement.

être vraie et que j'admets en principe, le fond de ma précédente note conserve toute sa valeur. Les dépôts miocènes signalés par moi à l'altitude actuelle de 679 mètres existent pareillement à 697 mètres, c'est-à-dire à 18 mètres plus haut au Pech d'Artix situé plus à l'ouest. Là aussi se montrent de gros blocs entassés, en particulier un bloc arrondi de granit cubant de 6 à 8 mètres. Ce sont là, selon moi, les restes et les vestiges d'un ancien cône de dégorge-ment qui, du massif montagneux, venait s'étaler dans le golfe ou lac sous-pyrénéen, tout en débouchant par la large coupure qui est aujourd'hui la vallée de l'Ariège. Ce cône, formé pendant la période miocène, a été détruit par le cataclysme diluvien qui a coïncidé avec le départ des eaux du bassin vers le nord. Depuis ce départ, et la production du dépôt diluvien qui en est le résultat, il n'y a plus eu de fait géologique important dans la contrée. A partir de là seulement le pays ariégeois a pu être habité par l'homme et les grands animaux, et la caverne de l'Herm, fréquentée par eux, recevoir et conserver leurs dépouilles. Ce sera là l'époque quaternaire si l'on veut, mais une époque qui, commen-cée, inaugurée alors, se continue encore. Depuis le commencement de cette époque jusqu'à nos jours, le climat et le régime des eaux ont dû nécessairement varier, mais non pas à ce point toutefois que l'Ariège ni le ruisseau de l'Herm aient jamais pu inonder la caverne. Sans doute, on est en droit de demander des preuves : je les donnerai ; mais ce n'est ni le moment ni le lieu. Ce sont ici comme autant de chefs de thèse que j'émetts, tout prêt à satisfaire sur ces points les plus difficiles. La théorie des soulèvements locaux peut expliquer l'altitude actuelle des dépôts miocènes, mais elle ne peut motiver la supposition du changement relatif d'altitude entre le Pech d'Artix et la montagne de l'Herm située au sud sur le même méridien et à 6 kilomètres seulement de distance ; de sorte que, nécessairement, à peu de chose près, les niveaux relatifs de ces deux points doivent être restés les mêmes.

Voilà, monsieur, les réflexions que m'a suggérées votre obser-vation. Je vous les sou mets, à vous de juger si elles sont dignes d'être présentées à la Société géologique.

M. d'Archiac présente également la note suivante de M. l'abbé Pouech :

Note concernant une assise calcaire présumée lacustre, observée dans l'Ariège à la partie inférieure de l'éocène pyrénéen ; par M. l'abbé Pouech.

L'assise calcaire, objet de la présente note, avait été déjà mentionnée et décrite par moi dans un précédent mémoire présenté à la Société géologique en 1858 (1). Alors seulement, faute de renseignements suffisants, je ne lui avais pas assigné de fossiles correspondants, et c'est cette lacune que je viens combler aujourd'hui en signalant de nouveau ce calcaire à l'attention des géologues, et en déterminant plus complètement sa position par rapport à l'ensemble des terrains tertiaires pyrénéens.

A l'époque où je rédigeais mon mémoire sur les terrains tertiaires de l'Ariège, il y a six ans, j'avais sans doute examiné de près ce calcaire; j'avais cru même y apercevoir des vestiges de petits gastéropodes engagés dans sa masse; mais cette observation me parut assez douteuse alors pour qu'il me fût interdit d'en parler, et je me tus sur ce point. Depuis, au contraire, mes doutes se sont dissipés, mes premières présomptions se sont vérifiées, et l'existence de toutes petites coquilles dans ce calcaire est devenue certaine; de sorte que, malgré les incertitudes qui restent du côté des déterminations spécifiques, je me crois en devoir de signaler la découverte de ces fossiles sans tarder plus longtemps.

Pour être juste, je dois dire que c'est à un envoi de M. l'abbé Cabibel, curé de Montardit, que je dois sur le sujet présent les premières données positives. Parmi les nombreux et intéressants échantillons que mon ancien élève et ami m'avait expédiés de sa localité classique, je reconnus un jour quelques fragments du calcaire en question, et dans ces fragments des coquilles. Ce fut un premier trait de lumière pour moi; je demandai des renseignements sur le lieu d'extraction, et mes premières présomptions se confirmèrent. Je repris, en conséquence et avec une nouvelle ardeur, mes propres recherches; j'observai de nouveau et avec plus d'attention ce calcaire, sur plusieurs points de l'Ariège, et j'y découvris des coquilles partout. J'en ai observé, d'une extrémité du département à l'autre, depuis le canton de Lavelanet jusqu'à celui de Sainte-Croix, et je puis déjà les signaler

(1) Mémoire de M. l'abbé Pouech, *sur les terrains tertiaires de l'Ariège* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e sér., t. XVI, p. 384, etc.; *ibid.* pl., IX, n^o 24).

à Illat, à Saint-Jean de Vergés et Loubières, à Gabre, au Mas-d'Azil, à Sabarat, à Camarde, à Tourtouse, à Bedeille, à Fabas (1), et tout me dit que, si j'avais pu poursuivre plus loin mes recherches de ce côté, j'en aurais trouvé jusqu'à Ausseing (Haute-Garonne), dans ce calcaire lithographique du Tucau de Pedegas, pris pour type de son garumnien moyen par M. Leymerie, et situé au-dessous de sa colonie crétacée.

Pour une indication sommaire, le simple énoncé de ces faits paraîtrait suffisant. Néanmoins, comme en pareille matière il convient de faciliter le contrôle des faits en les précisant nettement; comme les fossiles en question sont d'ordinaire sporadiquement répandus dans le calcaire qui les contient; comme on n'en rencontre guère d'assez apparents que par places et par groupes isolés, séparés par de grands intervalles; comme d'ailleurs leur test mince est peu accusé; comme quand leur moule intérieur est spathisé, ce qui est fréquent, il se confond assez souvent avec d'autres groupes cristallins d'origine toute différente, tandis que quand il est compacte, au contraire, il disparaît, perdu dans la pâte même de la roche; comme enfin il résulte de ces diverses circonstances qu'ils passent inaperçus, et qu'il faut toujours une grande attention pour les reconnaître, j'ajouterai ici quelques indications locales, dans l'intérêt des observateurs qui voudraient se livrer à la vérification et à l'étude plus complète du fait, dans la suite.

Ainsi, outre la localité spéciale de Montardit citée plus haut, et d'où me sont venus les premiers spécimens suffisamment conservés, je citerai, dès à présent, comme points les plus favorables à l'observation : 1° la localité de Bole, sur le bord de la grande route dite de Carcassonne à Saint-Girons, et sur la limite commune, entre les territoires de Sabarat et du Mas-d'Azil, à l'issue supérieure de la gorge dite du Cabaret, dans un cret saillant terminant de ce côté la série des assises calcaires; 2° celle de Roquebrune, commune du Mas-d'Azil, au sud de la grotte, en face du moulin et sur la rive droite de l'Arize; 3° surtout celle de Gabre, sur le chemin vicinal de Sabarat, et au haut du versant sud du massif de Couderc; 4° enfin celle de Saint-Jean de Vergés, ou plutôt de Loubières à une centaine de mètres de la petite station

(1) Les localités signalées ici ne sont pas également propres à une facile observation. Je ne les cite ensemble que pour montrer la généralité du fait, j'indiquerai plus bas les lieux d'observation les plus convenables.

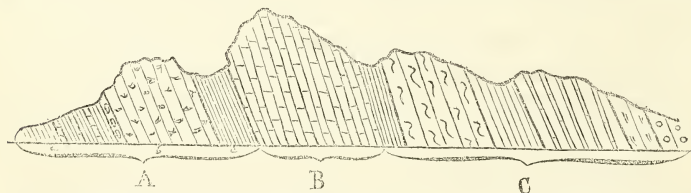
du chemin de fer, dans les carrières où le four à chaux s'alimente. Dans ce dernier endroit seulement, les fossiles en question sont ordinairement très-cachés, et on ne les aperçoit avec quelque facilité qu'aux endroits où la surface du calcaire qui les contient a été extérieurement corrodée par les eaux souterraines.

Maintenant, ces indications particulières données, j'en reviens à la question générale, et je dis : Le fait principal, objet de ma note, est donc établi ; il existe un calcaire fossilifère au-dessous des assises à Miliolites, c'est-à-dire à la partie inférieure des terrains éocènes de l'Ariège, calcaire resté, comme tel, inaperçu jusqu'ici.

Mais quelles sont précisément les espèces qu'il contient ? Mes connaissances acquises jusqu'à ce jour à ce sujet ne me permettent pas de le dire (1). Quel est ce calcaire ? Compétent sur ce point, je réponds sans détour : C'est le calcaire lacustre de la Roquelongue et de Mont-Seret dans les Corbières ; c'est selon toute apparence le calcaire de Conques et de Montoulieu, dont les coquilles ont été spécifiquement déterminées pour la première fois par notre savant confrère le docteur Noulet ; enfin c'est le premier terme de l'ancien épicrotécacé de M. Leymerie ; et son garumnien moyen d'aujourd'hui, et s'il m'est permis de me citer moi-même après de tels noms, c'est le n° 24 de ma coupe des terrains tertiaires de l'Ariège, mentionnée plus haut (2).

(1) Je ne possède pas de spécimen complètement dégagé et entier. Je ne me permettrai que quelques vagues indications génériques. Les coquilles que j'ai vues jusqu'ici me paraissent seulement se rapporter : 1° au genre *Lymnée* ; 2° au genre *Paludine* ou au genre *Cyclostome* ; 3° enfin, au genre *Physe*. J'ai aussi remarqué quelque chose rappelant des fragments de carapace de tortue. Je mentionne ceci d'une manière très-douteuse. Cependant je suis dès à présent disposé à croire que cette présomption, encore incertaine, se confirmera un jour.

(2) *Anté*, page 4. Au demeurant voici un diagramme représentant généralement le dit calcaire, et fixant sa place géognostiquement.



A. — Dans la coupe précipitée des terrains tertiaires de l'Ariège par M. l'abbé Pouech.) *Bull.* 2^e sér., t. XVI, p. 400 et pl. IX du

La nature minéralogique de ce calcaire presque toujours siliceux, toujours dur, marmoréen et compacte dans la plus grande partie de sa masse, ainsi que sa teinte d'un gris plus ou moins clair, varient peu; et les descriptions diverses qui en ont été données, malgré les distances, souvent très-grandes qui séparent les points d'observation concordent d'ordinaire si bien qu'il est toujours possible de l'y reconnaître. Ses accessoires, à la vérité, sont peut-être moins constants : ils le sont singulièrement cependant, et de plus ils se compensent mutuellement alors qu'ils

même volume, le présent groupe A avec ses subdivisions *a*, *b*, *c*, correspond aux n^{os} 25, 24, 23; (*b*), ou n^o 24, est le calcaire en question situé entre les deux assises marneuses (*a*) et (*c*).

— Pour M. d'Archiac. (*Corbières*, p. 346 et 338-339, *ibid.* pl. V, fig. 8, 9, 40). C'est la partie supérieure du groupe d'Alet, groupe dans lequel rentrent non-seulement les nombreuses couches de grès et de marnes du membre (*a*) mais encore le calcaire (*b*) et l'assise marneuse (*c*).

— Enfin pour M. Leymerie ce même calcaire (*b*) et les marnes (*c*) sont la partie inférieure de son épicrotace d'autrefois, et les parties moyenne et supérieure de son garumnien d'aujourd'hui, tandis que les sables, grès et marnes bariolés du membre (*a*) en sont la partie inférieure. (*Bull.* 2^e sér., t. X, p. 518, note sur le massif d'Ausseing, et t. XIX, p. 4406-4407 et pl. XXIII, fig. 4 et 2).

B. — Calcaire n^o 22 dans la coupe des terrains tertiaires de l'Ariège (par M. l'abbé Pouéch).

— Calcaire à Miliolites, étage inférieur du groupe nummulitique de M. d'Archiac. (*Corbières*, p. 305.)

— Partie moyenne de l'ancien épicrotace de M. Leymerie, base de son éocène pyrénéen actuel (*Bull.*, 2^e sér., t. XIX, p. 4407). — Calcaire à Miliolites de Saint-Jean de Vergés, (*ibid.*, t. XX, p. 274, pl. V, fig. 4 du même volume).

C. — Enfin, le reste de la série III et toute la série II de la coupe des terrains tertiaires de l'Ariège, par M. l'abbé Pouéch. (*Bull.*, 2^e sér., p. 46, pl. IX).

— Les étages moyen et supérieur du groupe nummulitique de M. d'Archiac, et toute son groupe lacustre de la formation tertiaire inférieure. (*Corbières*, p. 238.)

— Tout le reste de l'éocène pyrénéen actuel de M. Leymerie, ses étages moyen et supérieur en entier. Le reste de son épicrotace jusqu'aux poudingues de Palassou, compris dans la série (*locis citatis*).

Il faut observer que le relief du calcaire lacustre en question du groupe A, qui dans la figure ci-dessus offre un relief peu accusé, donne aussi souvent lieu à des crêtes fort élevées, dépassant en hauteur les calcaires à Miliolites du groupe B qui le couvre. Quant à sa puissance moyenne dans l'Ariège, elle me paraît être de 30 mètres.

différent. Ainsi d'abord, depuis les environs de Belesta (Ariège) et même depuis Quillan, et Alet (Aude) d'après M. d'Archiac (1), jusqu'à Campagne (Ariège) et Montbrun (Haute-Garonne), c'est la constante situation de ce calcaire entre deux zones de marnes rouges qui le fait reconnaître (2). Pareillement, du Mas-d'Azil (3) jusqu'à Bedeille (Ariège) d'une part, et à Ausseing et Belesta de Roquefort (Haute-Garonne) de l'autre, c'est toujours entre deux assises marneuses qu'il se trouve; seulement ici, à l'ouest du massif ancien de Camarade, ce sont les marnes glauconieuses, avec leur cortège de fossiles crétacés ou présumés tels, qui remplacent peu à peu les marnes rouges supérieures (4). Toutefois, malgré ce changement, le calcaire en question peut être toujours facilement reconnu. Sa parfaite continuité depuis les bords de l'Aude jusqu'aux rives de la Garonne, sans un seul moment d'interruption, est toujours là pour démontrer son identité d'une manière évidente.

En procédant dans la direction opposée, en passant du pied des Pyrénées à celui des montagnes Noires et des Corbières orientales, on ne peut pas compter, à la vérité, sur ce fait naturel de la continuité, le seul péremptoire dans les questions d'identité entre assises et formations géologiques isolées, et tant soit peu éloignées; mais il reste l'analogie de position qui est évidente, celle de la nature de la roche et de ses caractères physiques et minéralo-

(1) *Corbières*, p. 346 et 339.

(2) Cet ensemble se continuant vers l'ouest par Sainte-Croix (Ariège), Saint-Michel et Montclar aboutit à Boussens (Haute-Garonne). Or, partout où il est possible de l'observer, on trouve toujours le calcaire en question entre deux assises terreuses; seulement dans sa marche de l'est à l'ouest, la marne rouge supérieure disparaît peu à peu et fait place à une marne grise glauconieuse avec fossiles crétacés, marne que M. Leymerie indique à Turre au nord de Montclar, et que l'on peut pareillement observer à Boussens à trois ou quatre cents mètres environ à l'aval du pont suspendu, dans la berge droite de la Garonne.

(3) Le Mas-d'Azil (Ariège) se trouve presque à l'extrémité orientale d'une vaste plaque tertiaire courbée en creux de l'est à l'ouest, et aux bords respectivement relevés au nord et sud, lesquels vont aboutir, celui du nord à Ausseing, et celui du sud à Bédeille pour pénétrer, lui aussi, par Belloc et Betchat (Ariège) dans la Haute-Garonne. Cette plaque, isolée du lambeau principal, se rétrécit beaucoup au col de Camarade; le gisement fossilifère de Montardit se trouve sur sa marge méridionale.

(4) A Tourtouse et Bédeille (Ariège), ce changement est déjà complet.

giques à peu près les mêmes partout, enfin celle des fossiles; et cet ensemble d'analogies équivaut à une démonstration.

Je dois le dire en terminant : en publiant cette note j'ai voulu non-seulement signaler un fait intéressant, mais encore soulever de nouveau une question importante, celle de l'analogie qui peut exister entre les formations tertiaires du nord de la France et celles du Midi. Cette question, toutefois, je ne la résous pas, je la pose. J'ajoute cependant, pour ce qui me regarde, que comme je ne crois pas à ces catastrophes universelles et périodiques venant détruire à la fois toute la nature vivante, pour la laisser se reproduire ensuite sous des formes nouvelles; et que je crois au contraire simplement que toutes les espèces végétales et animales, tant passées que présentes, ont été créées à la fois et soumises uniquement à la condition toute providentielle de vivre et de se multiplier plus ou moins dans le temps, selon les lieux et les circonstances; je ne saurais m'embarrasser de ces interversions, et de ces récurrences de faunes que la doctrine des colonies, introduite récemment dans la science par l'un de ses maîtres, tend à faire admettre d'une manière définitive comme un fait général et de l'ordre commun.

M. Gaudry présente la note suivante :

Sur les hipparions; par M. Albert Gaudry.

J'ai l'honneur de soumettre à la Société quelques remarques qui font suite à mes précédentes communications sur les formes intermédiaires des mammifères fossiles. Ces remarques sont basées sur l'étude des animaux voisins des chevaux auxquels on a donné le nom d'hipparions.

Comme les ânes en Tartarie et les couaggas en Afrique, les hipparions ont dû, pendant l'époque tertiaire, errer en grandes troupes dans les plaines de l'Europe; à Pikermi, j'en ai recueilli dix-neuf cents pièces qui sont réparties entre quatre-vingts individus; en France, en Allemagne, en Espagne on a trouvé également une multitude de leurs débris : il résulte de là que l'on peut les étudier d'une manière plus approfondie que la plupart des autres fossiles.

Avant leur découverte, le genre cheval était isolé dans la nature actuelle; par eux, le voilà rattaché en partie aux autres pachydermes, et l'ordre des solipèdes qu'on avait créé pour lui seul est supprimé de la nomenclature. Du cheval aux hipparions, ses pré-

décesseurs, il y a une faible distance. Ces derniers diffèrent principalement parce qu'à leurs molaires inférieures les boucles internes d'émail sont mieux arrondies, parce qu'à leurs molaires supérieures l'émail est très-plissé, la colonnette interlobaire bien détachée, parce que chacun de leurs pieds est composé de trois doigts, qu'ils ont un trapèze et un rudiment de cinquième métacarpien. Or MM. Gurlt et Hensel ont cité des pieds de chevaux à trois doigts; MM. Joly, Lavocat, Goubaux et d'autres anatomistes ont parlé de chevaux qui ont un trapèze et un rudiment de cinquième métacarpien, de sorte que l'on voit réapparaître tératologiquement dans le pied du cheval tout ce qui existait normalement dans le pied de l'hipparion : on dirait un retour passager vers un type depuis longtemps disparu. En outre, MM. Owen et Rüttimeyer ont montré que pour la dentition, certains chevaux fossiles commencent à établir des intermédiaires entre les chevaux actuels et les hipparions, ayant aux molaires inférieures des boucles d'émail plus arrondies (1) que dans les chevaux vivants, aux molaires supérieures le pilastre interlobaire moins allongé, moins serré contre le fût et les circonvolutions de l'émail interne plus plissées.

Si les limites entre les genres s'atténuent au fur et à mesure des découvertes paléontologiques, les limites entre les espèces deviennent aussi plus difficiles à tracer. On connaît en dehors de Pikermi trois espèces d'hipparions (2) : l'*Hipparion prostylum*, Gerv., du midi de la France et de l'Espagne, caractérisé par ses formes grêles, ses molaires à émail peu plissé; l'*H. antelopinum*, Falc. et Caut., de l'Inde, dont les os sont à la fois longs et minces; l'*H. gracile* de Christ., que M. H. de Meyer a le premier indiqué et que M. Kaup a très-bien décrit; malgré son nom, il se distingue des deux autres espèces par ses proportions moins grêles; l'émail interne de ses molaires est très-plissé; il paraît d'ailleurs qu'il a subi de grandes variations, car, à l'origine, on le partagea en trois espèces qu'on appela le *Cheval primitif*, le *Mulet primitif*, l'*Ane primitif*; on a depuis abandonné ces subdivisions.

Les hipparions de Pikermi présentent aussi des variations extrêmes : les uns ont des canons minces et longs, d'autres ont des canons gros et courts; il y a des mâchoires où l'émail des molaires est très-plissé et d'autres où il est peu plissé. Quand Wagner

(1) J'ai vu des dauws où les boucles sont arrondies de même.

(2) Je ne parle pas ici de l'hipparion que M. Gervais a trouvé près de Perpignan, ni des deux espèces que M. Leidy a signalées dans l'Amérique du Nord, parce que je ne les connais pas suffisamment.

vit pour la première fois des os d'hipparions provenant de Grèce, il jugea qu'ils ressemblaient parfaitement à ceux de l'*H. gracile*; en effet, si on prend les os les plus forts de notre collection et les dents dont l'émail est le plus plissé, on ne peut les distinguer des échantillons d'Allemagne. Plus tard, Wagner reçut d'autres pièces, et il trouva qu'elles rappelaient encore davantage les hipparions du Vaucluse. Il ne faut pas en être surpris; si l'on choisit, au lieu des os les plus gros ceux qui sont les plus grêles, et, au lieu des dents qui ont l'émail le plus plissé, celles dont l'émail est le moins plissé, il est difficile de ne pas les attribuer à l'*H. prostylum*. Un savant naturaliste de Berlin a pensé qu'outre cette espèce, il y en avait une autre à Pikermi, caractérisée par des os plus raccourcis que ceux des hipparions du Vaucluse et d'Allemagne; il l'appela *H. brachypus*. En suivant cette voie, je serais conduit à supposer une quatrième espèce en Grèce, attendu que les os les plus longs de ma collection ressemblent à certaines pièces de l'*H. antelopinum* de l'Inde. Mais, lorsque je considère les intermédiaires entre les formes extrêmes, que par exemple je place en rang toutes les mâchoires, commençant par celles dont les molaires ont l'émail le plus plissé et finissant par celles dont l'émail est le moins plissé, ou que je ramène à cent la largeur des canons et détermine par des règles de proportions leurs longueurs relatives, je ne sais plus où tracer la démarcation des espèces. J'incline donc à penser que tous les hipparions de Pikermi sont issus d'une commune origine.

Cette supposition en entraîne une autre: puisque certains des hipparions du Vaucluse, d'Allemagne, de l'Inde ne se distinguent pas des variétés de l'espèce unique trouvée à Pikermi, je crois qu'ils sont de même espèce. Cependant, à côté de quelques ressemblances frappantes, je remarque: 1° que généralement les hipparions de Vaucluse avaient des os plus minces que ceux de Grèce; 2° que la plupart des hipparions d'Allemagne l'emportaient en grandeur sur ceux de Grèce et avaient l'émail de leurs molaires plus plissé; 3° que les hipparions de l'Inde pouvaient atteindre un maximum de hauteur auquel ceux de Grèce ne parvenaient point. Ainsi, il faudrait admettre que l'auteur de la nature a fait sortir les divers hipparions des mêmes parents et qu'il leur a fait subir, selon qu'il les a conduits en France, en Allemagne ou dans l'Inde, des différences assez grandes pour mériter le nom de différences spécifiques.

M. de Mortillet dépose sur le bureau des haches et des

couteaux de silex trouvés par lui à Billy (Indre-et-Loire), dans le diluvium, en couches horizontales et non remaniées, à 10 mètres au-dessus du fond actuel de la vallée.

M. des Cloizeaux fait les communications suivantes :

Carbonate de magnésie et fer dans la météorite d'Orgueil ;
par M. des Cloizeaux.

La pierre météorique d'Orgueil, dans laquelle l'analyse a constaté une notable proportion de substance organique charbonneuse, renferme en outre un minéral cristallisé dont la présence apporte une nouvelle preuve de la température peu élevée que l'intérieur de la pierre a dû subir pendant ou après sa formation. Ce minéral, qui n'a jamais été signalé jusqu'ici dans aucune météorite, et qui ne se trouve à la surface de la terre que dans des schistes talqueux et dans quelques filons, est un *carbonate de magnésie et fer*. Il paraît du reste assez rare dans la météorite d'Orgueil, car je n'en ai trouvé que quatre petits cristaux dans un résidu sableux provenant de la lévigation de 20 à 25 grammes de météorite qui m'avait été remis par M. Sæmann. Ces cristaux, excessivement petits ($1/2$ à $3/4$ millim. de côté), avaient l'apparence de parallépipèdes obliques traversés par des fentes qui semblaient indiquer un triple clivage ; l'un d'eux portait une petite troncature triangulaire sur un de ses angles solides obtus ; à l'extérieur ils offraient un faible éclat nacré, et à l'intérieur quelques places translucides, d'une couleur gris verdâtre, à côté de parties opaques et noires. La mesure des incidences n'a pas pu être prise avec une bien grande précision, à cause des ondulations que présentaient les faces ; toutefois elle a montré que la forme cristalline était en réalité un rhomboèdre obtus de 105 à 107 degrés. D'après la limite supérieure des angles observés qui n'a jamais dépassé 107 degrés, et d'après la manière très-lente dont un très-petit éclat s'était dissous à froid dans l'acide chlorhydrique sans effervescence sensible, en donnant par l'ammoniaque un précipité d'oxyde ferrique, j'avais d'abord pensé que la substance était du carbonate de fer ; mais en opérant sur trois des cristaux que j'avais eus entre les mains, M. Pisani a trouvé dans la dissolution de l'oxyde de fer et une quantité notable de magnésie sans chaux. Les cristaux contenus dans la météorite d'Orgueil peuvent donc être regardés comme une variété de *Breunérite* riche en magnésie. Ce sont ces cristaux dont M. Pisani a parlé dans son *Étude sur la*

météorite d'Orgueil présentée à l'Académie des sciences (séance du 18 juillet 1864), comme constituant peut-être un feldspath attaquant par les acides.

Malgré la rareté de la *Breunérite* à la surface de la terre, on aurait pu, à la rigueur, craindre que les cristaux dont il vient d'être question n'eussent été enlevés, en même temps que quelques grains arrondis de quartz trouvés dans le produit de la lévigation, au sol argileux sur lequel sont tombées les pierres recueillies aux environs d'Orgueil. J'ai donc lavé moi-même une certaine quantité de matière provenant de l'intérieur de plusieurs fragments que M. Daubrée a bien voulu mettre à ma disposition, et j'y ai découvert de très-petits fragments de rhomboèdres de $107^{\circ} 20'$, se dissolvant à chaud dans l'acide chlorhydrique avec une effervescence marquée, et donnant les réactions du fer et de la magnésie. Plusieurs des échantillons déposés dans les galeries du Muséum et revêtus de leur croûte caractéristique, laissent aussi voir au milieu d'une surface de fracture parfaitement fraîche, des grains cristallins assez gros, facilement clivables, transparents, ou semi-transparentes, grisâtres, qui offrent les caractères de la *Breunérite*.

Origine de la karsténite de Modane en Savoie ;
par M. des Cloizeaux.

Je demande à la Société la permission de lui signaler certaines particularités que j'ai observées cette année dans les masses de karsténite des environs de Modane en Savoie, et qui me paraissent de nature à jeter quelque jour sur la formation de cette roche. Lorsque l'on sort de Modane pour se diriger par la grande route du Mont-Cenis vers Villarodin, on rencontre, à sa droite, dans un petit ravin sur lequel passe la route, des bancs de karsténite à structure éminemment cristalline et présentant dans toutes les directions une infinité de petites lamelles miroitantes. Le plus ordinairement la roche est pénétrée par de très-nombreux grains arrondis, verdâtres, de diverses grosseurs (depuis celle d'une tête d'épingle jusqu'à celle d'un petit pois), qui ont une dureté $= 3$, une densité $= 2,66$, dégagent de l'eau dans le matras, fondent au chalumeau en émail blanc avec bouillonnement, et sont à peine attaqués par l'acide chlorhydrique (1). On y trouve en outre des grains

(1) Ces grains, réduits en lames très-minces, offrent une structure cireuse et une faible transparence ; vus dans la lumière polarisée, ils

arrondis de quartz gras, grisâtre, quelques lames de dolomie blanche et de rares cristaux d'albite maclés comme ceux du Dauphiné et du Saint-Gothard, à surfaces corrodées, reconnaissables seulement par l'angle rentrant de 173 degrés compris entre les bases des deux individus dont se compose la macle, et par leurs propriétés optiques. Ces derniers cristaux diffèrent complètement, par leur aspect, des belles macles tabulaires si abondamment répandues dans le calcaire magnésien blanc recueilli il y a peu d'années par les membres de la Société au-dessus du Bourget, à peu de distance de Modane. Mais ce qui m'a le plus frappé, ce sont des échantillons dans lesquels sont enchâssés de gros fragments d'un calcaire magnésien noirâtre, à cassure compacte, entièrement fendillés comme s'ils avaient subi l'action prolongée d'un faible dissolvant, et dans le voisinage desquels on rencontre des nodules de soufre cristallin. Or les sources thermales, qui sont encore si fréquentes dans le terrain métamorphique de la Savoie, ont dû, comme tout semble le prouver et comme je l'ai constaté moi-même pour les geysers d'Islande, être infiniment plus abondantes et plus puissantes pendant les anciennes périodes géologiques que de nos jours. N'est-il donc pas permis de croire que les karsténites de la Maurienne ont été, sinon en totalité, au moins pour la plus grande

paraissent monoréfringents et assez homogènes; cependant quelques-uns sont pénétrés par de très-petits fragments transparents, doués de la double réfraction à un axe *positif*, qui pourraient être du quartz. Le seul minéral dont leur composition les rapproche est la *groppite*, substance rougeâtre, observée seulement jusqu'ici dans un calcaire de la carrière de Gropptrop en Suède. Voici en effet les résultats d'une analyse que M. Pisani a bien voulu faire sur ma demande, comparés à ceux que la *groppite* a fournis à Svanberg :

GRAINS DE MODANE.		GROPPITE.	
Silice.	48,20	Silice.	45,04
Alumine.	19,70	Alumine.	22,55
Magnésie	12,80	Magnésie	42,28
Chaux.	1,64	Chaux.	4,55
Oxyde ferreux.	3,38	Oxyde ferrique	3,06
Alcalis (par différence). .	7,22	Potasse	5,23
Eau.	7,06	Soude.	0,24
	400,00	Eau.	7,44
			400,00

Les alcalis des grains de Modane comprennent beaucoup de potasse, un peu de soude et un peu de lithine.

partie, formées par l'action de la vapeur d'eau chargée d'acide sulfhydrique ou par celle de ce gaz lui-même sur les calcaires magnésiens préexistants? On sait du reste qu'aux environs de Modane et dans presque toute la Maurienne, les exploitations de gypse ou de karsténite montrent clairement que la surface des dépôts est occupée par un gypse tendre et friable, très-faiblement agrégé, provenant de l'hydratation de la karsténite qui a pénétré à une profondeur plus ou moins grande, tandis que le noyau central se compose toujours de karsténite inaltérée.

MM. Hébert, Grenier, de Mortillet, Sæmann, Daubrée et Jannettaz donnent quelques détails sur les circonstances dans lesquelles se trouve généralement la karsténite.

Séance du 21 novembre 1864.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

BARY (Émile DE), à Guebwiller (Haut-Rhin), présenté par MM. J. Delbos et Alph. Milne Edwards;

LAPPARENT (Albert DE), ingénieur des mines, rue Bonaparte, 49, à Paris, présenté par MM. Levallois et Delesse;

SEGUNZA, professeur de zoologie, à Palerme (Sicile), présenté par MM. Deshayes et F. Savy;

TOUCAS (le docteur), au Beausset (Var), par Bandol, présenté par MM. Hébert et Albert Gaudry;

VION (René), professeur, à Amiens (Somme), présenté par MM. Buteux et N. de Mercey.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Cazalis de Fondouce, *Sur une caverne*

sépulcrale observée à Sorgue (Aveyron), in-8, 3 p., 18 juillet 1864.

De la part de M. G. Cotteau :

1° *Sur la provenance géologique des pierres qui ont servi à la construction primitive de l'église de la Madeleine, à Vézelay (Yonne)*, in-8, 7 p., 1864;

2° *Rapport sur les progrès de la géologie et de la paléontologie en France pendant l'année 1863*, in-8, 48 p.; Caen, 1864, chez le Blanc-Hardel;

3° *Compte rendu des réunions des Sociétés savantes, tenues à la Sorbonne les 30, 31 mars, 1^{er} et 2 avril 1864*, in-8, 3 p., 1864;

4° *Rapport sur un gisement de bois de cerfs signalé par M. Ravin aux environs de Guerchy (Yonne)*, in-8, 4 p.; Auxerre, 1864, chez G. Perriquet.

De la part de M. Ch. des Moulins, *Le bassin hydrographique de Couzeau dans ses rapports avec la vallée de la Dordogne, la question diluviale et les silex ouvrés*, in-8, 180 p.; Bordeaux, octobre 1864, chez Coderc, Degréteau et Poujol.

De la part de M. Henri Lecoq, *Les eaux minérales du massif central de la France considérées dans leurs rapports avec la chimie et la géologie*, in-8, 256 p.; Paris, 1864, chez J. Rothschild.

De la part de M. A. Leymerie, *De l'origine et du mode de formation du calcaire et de la dolomie*, in-8, 8 p.; Toulouse, 1864, chez Rouget frères et Delahaut.

De la part de M. Jules Martin, *De la zone à Avicula contorta et du Bone-bed de la Côte-d'Or*, in-8, 79 p.; Paris, 1863, chez F. Savy.

De la part de M. G. de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, 1^{re} année, septembre et octobre 1864; Paris, 1864, rue de Vaugirard, 35.

De la part de M. L. Parisot, *Esquisse géologique des environs de Belfort*, in-8, 83 p., 1 carte, 2 pl. de coupes; Montbéliard, 1864, chez Henri Barbier.

De la part de M. L. Simonin, *L'île d'Elbe et ses mines de fer*, in-8, 32 p.; Paris, 1864, chez J. Claye.

De la part de M. Samuel Haughton :

1° *Essay on comparative petrology*, by J. Durocher, 26 p., 1 tableau; Dublin, 1859, chez Mc Glashan et Gill;

2° *On the rainfall and evaporation in Dublin, in the year 1860*, in-8, 12 p., 1 pl.; Dublin, 1862.

3° *Experimental researches on the granites of Ireland*, in-8, 18 p.; Londres, 1862, chez Taylor et Francis;

4° *On the direction and force of the wind at Leopold Harbour*, in-8, 16 p., 4 pl.; Dublin, 1863;

5° *On the phenomena of diabetes mellitus*, in-8, 16 p.; Dublin, 1863.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences, 1864, 2^e sem.; t. LIX, n^{os} 19 et 20.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. X, 1862; *Tabl. mét.*, f. 1-10.

Bulletin de la Société botanique, t. XI, 1864; *Compte rendu des séances*, I. — *Revue bibliographique*, C.

L'Institut, n^{os} 1610 et 1611, 1864.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale (Saint-Étienne), janvier à mars 1864.

The Athenæum, n^{os} 1933 et 1934, 1864.

Journal of the geological Society of Dublin, 1862-1863, 31^e session.

Atti della Società italiana di scienze naturali, t. VI, f. 25-34; octobre 1864.

Revista minera, t. XV, n^o 347, 15 nov. 1864.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, année 1863, n^{os} 3 et 4; année 1864, n^o 1.

The American Journal of science and arts, by Silliman, novembre 1864.

M. G. de Mortillet présente à la Société le premier numéro du journal (voy. la *Liste des dons*) dont il vient de commencer la publication, et dans lequel se trouveront présentées et résumées toutes les recherches relatives à l'histoire de l'origine de l'homme.

M. Ch. des Moulins offre à la Société un mémoire intitulé *Le bassin hydrographique du Couzeau dans ses rapports avec*

la vallée de la Dordogne, la question diluviale et les silex ouvrés (voy. la *Liste des dons*).

M. d'Archiac rend compte de la lettre suivante de M. Calland sur le dépôt de Cœuvres :

Soissons, 40 novembre 1864.

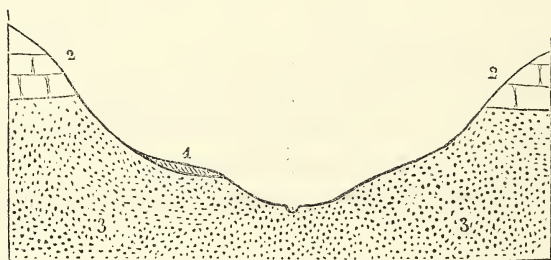
Monsieur,

Vous avez sans doute pris connaissance des détails que M. Watelet (de Soissons) a fait parvenir à la *Société géologique de France*, au sujet de la découverte d'un dépôt d'ossements fossiles situé près de Cœuvres (canton de Vic-sur-Aisne) et contenant un nombre considérable de débris d'éléphants, de rhinocéros, d'ours des cavernes, de cerfs, de chevaux, de bœufs, etc.

Comme ce dépôt ossifère peut être appelé à jeter quelque lumière sur l'époque quaternaire dans nos contrées, époque sur laquelle vous avez déjà fait de grandes recherches, permettez-moi de vous soumettre les nouveaux renseignements que j'ai recueillis dans deux excursions que j'ai faites récemment à Cœuvres.

Ce gisement, de formation diluvienne et placé au bas d'un coteau, se compose, malgré un grand désordre apparent, de trois couches bien distinctes.

Coupe du vallon où se trouve le gisement ossifère.



- 1 — Gisement ossifère.
- 2 — Calcaire grossier.
- 3 — Sables inférieurs.

On y trouve (en allant de bas en haut) : 1° un lit de débris de roches calcaires du pays, plus ou moins grosses, mais en général peu roulées (1 mètre de puissance); 2° un lit de terre grisâtre contenant les ossements fossiles (60 centimètres d'épaisseur); 3° un nouveau lit de pierres calcaires, dont quelques-unes mesuraient

2 mètres cubes et semblent avoir aplati, écrasé certains ossements (1 mètre).

Le tout s'appuyant sur les sables inférieurs, à l'horizon du banc d'Aizy, et surmonté, couronné par une légère couche d'alluvion ancienne, blanchâtre et marneuse.

On a déjà retiré de ce gisement et dans un espace de moins de 400 mètres superficiels, plus de trois tombereaux d'ossements qui ont été dispersés et enfouis dans des marais nouvellement défrichés.

Un petit ruisseau provenant des hauteurs de Puiseux passe au bas de ce tertre.

Mais dans quelles circonstances s'est formé ce dépôt? Ce qu'il y a de bien démontré, c'est que les débris qu'il contient ne viennent pas de loin. C'est donc à tort que quelques-uns ont prétendu que ces débris, charriés par l'inondation qui suivait la vallée de l'Aisne, auraient ensuite été rejetés dans l'affluent qui constitue l'étroite vallée de Cœuvres. Les flexuosités, l'étroitesse de cet affluent, le nombre considérable des ossements et leur *réunion* en un même lieu ne permettent pas de s'arrêter à cette hypothèse.

Ces débris provenaient du voisinage et appartenaient à des animaux ayant vécu dans la contrée.

Mais à quelle époque a eu lieu leur enfouissement? C'est ici, selon moi, la question la plus épineuse et en même temps la plus intéressante.

Le sol primitif du Soissonnais s'élevait anciennement à 100 mètres au-dessus de nos plateaux actuels. C'est ce qui est prouvé par les témoins que nous retrouvons, par exemple, près de Villers-Cotterets, dont vous avez si bien décrit les bancs de calcaire lacustre et les sables moyens et supérieurs. Toutes ces formations ont été emportées par une vaste inondation dont l'origine est encore très-mystérieuse. Mais quelle qu'en soit la cause, il est évident qu'un cataclysme aussi violent a dû balayer bien loin du pays et entraîner dans l'abîme des mers tous les animaux qui vivaient dans les forêts de nos sables supérieurs constituant notre sol primitif.

Et cependant tous les ossements de Cœuvres proviennent d'animaux évidemment voisins du lieu de leur enfouissement.

On ne peut sortir de cette difficulté qu'en admettant (ce que des masses de faits tendent aujourd'hui à confirmer) que le creusement de nos vallées s'est opéré en plusieurs périodes.

J'ai retrouvé, d'ailleurs, à cet égard, aux environs de Soissons,

des *témoins* bien précieux, et dont je prendrai la liberté de vous faire part dès que mes recherches seront terminées.

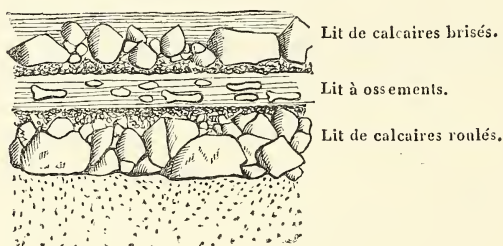
A ce point de vue, les animaux de Cœuvres auraient péri, ou du moins leurs débris séculaires auraient été amenés et enfouis là où ils se trouvent en ce moment, à l'époque de la seconde inondation diluvienne, qui a de nouveau lavé, dénudé nos plateaux et donné à notre vallée un second creusement.

J'ai retrouvé trois niveaux dans cette vallée. Le dépôt en question se trouve à peu près, en effet, à la hauteur du second niveau.

Mais de quelle manière s'est effectué ce dépôt?

C'est à tort que plusieurs géologues ont cru voir dans ce gisement le simple produit de l'éroulement du banc calcaire qui couronne la colline, et dont les débris auraient entraîné dans leur chute une brèche osseuse.

Coupe du gisement ossifère.



La superposition assez régulière des trois couches dont se compose ce gisement, surtout l'étendue qu'il embrasse (près d'un demi-hectare), rendent cette hypothèse entièrement inadmissible.

Ces trois couches sont de formation contemporaine, sinon simultanée, et l'œuvre d'un grand cours d'eau.

La plupart des ossements fossiles qui composent ce dépôt sont brisés; quelques-uns ont été roulés, mais d'autres paraissent intacts. Ces derniers appartenaient à des ruminants et paraissent moins anciens que les premiers. Il se peut que quelques chevaux et bœufs aient été vivants au moment du cataclysme; mais tout indique que les débris des mammoths et des rhinocéros avaient été déposés sur le sol bien avant l'événement.

Mais une circonstance qui doit appeler surtout notre attention, c'est le nombre considérable de petits *silex* en forme de couteaux et de haches qui se trouvent pêle-mêle avec les ossements. Ces silex ont-ils été taillés de main d'homme? C'est une question

encore à examiner. Mais le fait est que leur forme rappelle celle des couteaux trouvés dans les cavernes. D'ailleurs, leurs bords tranchants permettent de supposer qu'ils ont pu être utilisés par l'homme. Ces silex proviennent probablement de l'ancien calcaire siliceux qui recouvrait les hauteurs voisines.

Mais une autre circonstance plus mystérieuse encore, c'est la présence d'*ossements brûlés*, en assez grand nombre, qui se trouvent dans cette même couche. On avait d'abord douté du fait. On prenait ces morceaux noircis pour des débris de *charbon de terre* ! Mais dans ma dernière fouille, j'ai pu constater, en présence de géologues qui en doutaient, l'existence d'os noircis et carbonisés, faisant partie intégrante du dépôt.

Pour conclure, je pense donc — si toutefois il est permis à un simple amateur d'avoir ici une opinion — que le gisement ossifère de Cœuvres a été formé, lors de la période du second creusement du bassin de l'Aisne, par un courant qui, parti des hauteurs de Puiseux, a lavé et atteint en passant soit un ancien lac, soit quelques grandes cavernes à brèches osseuses, et en a entraîné les débris séculaires dans la petite vallée où ils se sont échoués contre une terre formant comme un barrage.

Je pense de plus que ces silex tranchants et ces os carbonisés, mêlés et confondus avec les dents du mammouth et du rhinocéros, attestent que l'homme a été aussi dans notre localité contemporain de ces anciennes races perdues.

M. Hébert ajoute qu'il a visité récemment le gisement de Cœuvres et qu'il le considère comme formé probablement par l'éboulement d'une caverne située à la partie supérieure des sables du Soissonnais, dont les débris auraient été s'accumuler à la partie inférieure du coteau.

M. E. Lartet regarde la couche supérieure du dépôt de Cœuvres comme résultant d'un éboulement ; mais il se refuse à admettre la même origine pour la couche inférieure, qui renferme en si grande abondance des dents d'éléphant.

M. Harlé lit le mémoire suivant :

Note sur la formation jurassique et la position des dépôts manganésifères dans la Dordogne; par M. Harlé.

On lit dans le tome II de l'*Explication de la carte géologique de la France*, chapitre IX, *Terrains jurassiques*, page 627 :

Soc. géol., 2^e série, tome XXII.

« Au-dessus (il s'agit des calcaires magnésiens de la base des terrains jurassiques dans le bassin du S. O. de la France) existent des marnes schisteuses avec petites couches de calcaire compacte très-régulières, puis vient le calcaire compacte bleuâtre contenant des Gryphées arquées. Cette couche, qui donne son nom à cette partie inférieure des formations jurassiques, est le véritable lias ; il est fort rare dans la partie S. O. du bassin du midi ; cependant il existe dans plusieurs localités ; nous en avons recueilli à Fontenay-le-Comte, dans le département de la Vendée, à la montagne du Poulx, près de Terrasson, dans le département de la Dordogne, etc. »

M. Dufrénoy indiquant dans ce passage la présence du lias avec Gryphées arquées au-dessus des calcaires magnésiens dans les hauteurs qui dominent Terrasson, dans la vallée de la Vézère, j'ai cru pouvoir me permettre d'indiquer dans cette note le niveau géologique que j'ai reconnu à la couche de Gryphées de la montagne du Poulx, que M. Dufrénoy me paraît avoir méconnu ; et l'importance qui s'attache à la grande autorité du nom de M. Dufrénoy m'a semblé motiver d'autant plus cette rectification, que la couche dont il s'agit est l'un des meilleurs horizons géologiques qu'on puisse rencontrer dans la longue bande jurassique qui borde au S. O. le massif primitif central de la France depuis les environs de Nontron jusqu'à Villefranche d'Aveyron, sur une étendue de plus de 200 kilomètres.

Cette couche, qui commence par un véritable banc d'Huîtres d'une faible épaisseur, ne dépassant ordinairement pas quelques décimètres, mais d'une si grande étendue en longueur, au lieu d'appartenir à la partie inférieure du lias, comme l'indiquait son assimilation avec le lias à Gryphées arquées, est, au contraire, le couronnement du lias de toute cette contrée et la base des couches oolithiques qui constituent les *causses* de la Dordogne, de la Corrèze et du Lot.

Partout où on peut l'observer, on voit, en effet, les calcaires qui succèdent à cette couche en s'élevant, se lier plus ou moins rapidement aux couches oolithiques supérieures, tandis qu'elle repose immédiatement sur les marnes et autres couches du lias supérieur le mieux caractérisées.

Si, entre Terrasson et Larche, on monte du fond de la vallée de la Vézère sur les hauteurs qui bordent son côté sud, sur une élévation de plus de 200 mètres, quand on aura dépassé : 1° les grès rouges triasiques ; 2° d'autres grès de couleur variable, considérés comme ormant la base des jurassiques, et 3° une suite de couches de calcaire

magnésien grisâtre, extrêmement peu coquillier, d'une épaisseur totale d'environ 60 mètres, on rencontrera immédiatement au-dessus de ces derniers calcaires d'autres calcaires entremêlés de lits de marne avec *Belemnites paxillosus*, *Pecten œquivalvis*, *Plicatula spinosa*, *Ammonites planicosta*, *Ostrea cymbium*, etc., sur le niveau desquels il sera impossible d'avoir le moindre doute puisqu'on y reconnaîtra tous les fossiles principaux du lias moyen ou étage liasien de d'Orbigny, et surtout lorsque l'on verra leur succéder des marnes entremêlées de rognons et de bancs de calcaire gris bleuâtre dans lesquelles abondent les *Ammonites bifrons* et *serpentinus* avec une grande abondance de *Belemnites tripartitus*, car à l'apparition de ces nouveaux fossiles on reconnaîtra le changement de faune si constamment habituel à cet endroit des marnes du lias.

Au-dessus se trouve une nouvelle suite de marnes dans lesquelles les *Belemnites irregularis* (d'Orb.), ou *digitalis* (VOLTZ) ont remplacé les *B. tripartitus*, et enfin vient, faisant immédiatement suite aux marnes, un gros lit de calcaire, généralement bleu grisâtre, prenant à mesure qu'on s'élève la texture oolithique en devenant soit jaunâtre, soit blanchâtre, et qui sert de base à la série des terrains oolithiques de toute cette région.

C'est à la base même de ce lit de calcaire bleu que se trouve, au contact des marnes, mais empâté dans la base du calcaire, le banc d'Huîtres dont nous cherchons à déterminer la position.

Ce banc est composé presque exclusivement de grandes valves convexes, et c'est à peine si l'on y trouve quelques fragments de la valve concave.

Il semble que le ciment calcaire soit venu après coup coller ensemble et empâter les écailles étendues en couche sur la surface des argiles, et antérieures, par conséquent, au dépôt calcaire supérieur. Dans beaucoup de parties l'empâtement n'a même pas été complet, et l'on trouve des valves dont l'intérieur n'a pas été rempli.

On voit déjà combien la position de cette couche, au-dessus des calcaires à *Pecten œquivalvis*, et des marnes à *Belemnites tripartitus*, l'éloigne du niveau constant des Gryphées arquées. Ajoutons que ses caractères paléontologiques, loin de se trouver en désaccord, s'accordent, au contraire, parfaitement avec cette position stratigraphique, car nous y avons reconnu les *Belemnites unicanaliculatus* et *abbreviatus* qui, partout où nous les connaissons, appartiennent à la partie tout à fait supérieure de la série du lias supérieur, ou, si l'on veut, à la base de l'oolithe, et il n'y a même pas contra-

diction pour les Gryphées elles-mêmes qui, examinées en séries, se distinguent très-bien par un facies particulier des *Gryphées arquées* aussi bien que des *G. cymbium*. Ne pouvant donc appeler ces Gryphées des *Ostrea arcuata*, nous leur donnerons le nom d'*Ostrea Buckmanni*, que M. Bayle a appliqué aux échantillons que nous lui avons présentés, ou d'*Ostrea sublobata* (Desh.), en nous conformant à une correction de M. Hébert (*Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XIII, p. 217.)

Nos meilleurs échantillons viennent des environs de Villefranche d'Aveyron sur la route de Figeac, près Saint-Rémy, où l'on voit ce même banc d'Huîtres servir de chapeau à des hauteurs de marne découpées par des érosions qui ont profondément raviné ces marnes sur toute leur épaisseur visible.

Dans ces mêmes marnes se retrouvent les couches à *Belemnites tripartitus* reposant sur celles où M. Dufrénoy a signalé un assez grand nombre de fossiles indiquant la faune liasienne de d'Orbigny.

La position de cet étage liasien recouvrant immédiatement les calcaires magnésiens de la base de la formation jurassique est d'ailleurs identiquement la même à Villefranche que dans le département de la Dordogne (1).

Je n'ai pas reconnu près de Villefranche les marnes avec *Belemnites irregularis*; mais à Rodez, sur la route de Salles-la-Source, se trouve un champ qui en est rempli, faisant immédiatement suite à un gisement très-abondant de *B. tripartitus*.

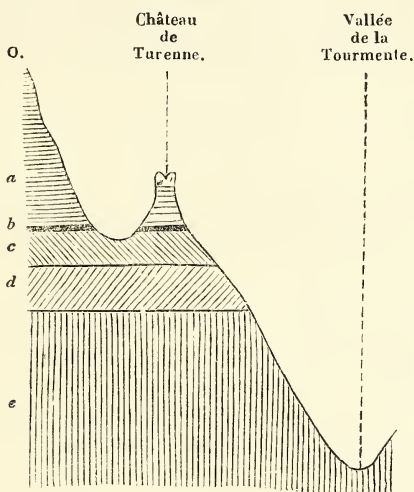
Les marnes sont encore recouvertes près de Rodez par des calcaires se rattachant aux oolithes, mais le banc d'Huîtres ne s'y rencontre plus. Après s'être étendu le long de la côte du massif central regardant le S. O., ce banc ne paraît pas avoir pénétré dans le golfe jurassique de Rodez.

Revenant aux environs de Brives et de Terrasson, nous indi-

(1) Nous aurions à faire remarquer ici que toute la coupe des terrains au nord de Villefranche donnée par M. Dufrénoy ne comprend que des couches de l'étage liasien de d'Orbigny. Ce n'est que plus au N. O., vers Saint-Rémy, Toulonjac et Marolles qu'on entre dans les marnes supérieures. La couche de minerai de fer de Veuzac, en particulier, se trouve caractérisée de la manière la plus nette par la présence du *Belemnites canaliculatus* qui appartient généralement à un banc placé à la séparation des étages liasien et thoarcien de d'Orbigny; c'est du moins dans cette position que nous avons rencontré cette Bélemnite en extrême abondance aussi bien dans le Calvados qu'à Sacierge (Indre), et qu'à Nanteuil près de Ruffec (Charente).

querons la côte de Turenne comme un endroit où nous avons reconnu, se faisant suite, toutes les divisions que nous venons d'indiquer dans l'ensemble de la formation du lias.

En venant de Brives et descendant la côte vers Turenne, on se trouve d'abord dans les oolithes, et au dernier tournant de la route avant Turenne on rencontre le banc d'Huîtres dans les



- a — Oolithe.
- b — Banc d'Huîtres (*O. sublobata*).
- c — Marnes avec *Belemnites irregularis*.
- d — Marnes avec *Belemnites tripartitus*, *Ammonites bifrons* et *serpentinus*.
- e — Marnes et calcaires liasiens, à *Ostrea cymbium*, *Pecten æquivalvis*, *Belemnites paxillosus*.

rochers qui bordent la route sur la droite. En continuant à descendre la côte, après avoir dépassé les quelques maisons de Turenne qui se trouvent sur le bord de la route, on peut recueillir dans le fossé même de cette route et dans les champs à côté : d'abord des *Belemnites irregularis*, puis, un peu plus bas, des *B. tripartitus* ainsi que des fragments d'*Ammonites serpentinus* et *bifrons*, et, au-dessous, on rentre dans les couches liasiennes qui ont une assez grande épaisseur et forment un escarpement remarquable dans le vallon de Lignérac situé plus loin vers l'est.

Le château de Turenne a été construit sur un fragment de calcaire jaunâtre oolithique qui se sera trouvé isolé par des érosions des rochers formant le flanc du coteau voisin.

Nous transportant à 13 kilomètres plus à l'ouest, à Lissac, dans la

vallée de la Couze, nous y retrouverons la même suite de bancs, encore au complet, en suivant le chemin qui du haut-fourneau du Soulié (ou du Ramonet), conduit aux Chartriers. On s'élève sur le côté O. de la petite vallée qui se dirige N. S. de Lissac vers Sorpt, et, bien que toute la surface des marnes y soit en culture, on peut reconnaître le niveau géologique auquel on se trouve aux fossiles ramassés dans les champs et dans les fossés du chemin. Après s'être trouvé tout au bas de la côte dans les couches magnésiennes, puis liasiennes, on arrivera à un niveau où les *Belemnites paxillosus* et tous les fossiles qui les accompagnent se trouvent remplacés par les *Belemnites tripartitus*, *Ammonites bifrons*, etc., et avant d'arriver aux rochers formant tout le long de ce côté de la vallée un escarpement à pic au haut des marnes, nous avons retrouvé la position des *Belemnites irregularis*. Au bas des rochers et recouvrant les derniers bancs de marne se trouve le banc d'*Ostrea sublobata*.

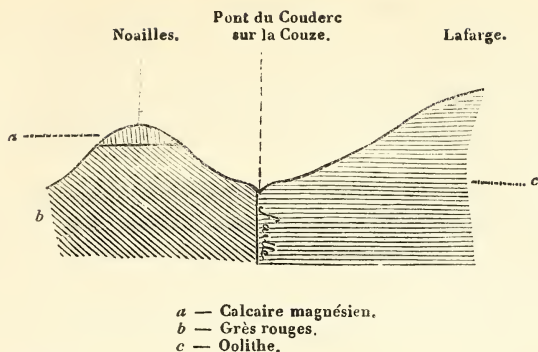
Cet endroit est en même temps rendu très-intéressant par le croisement de deux failles extrêmement prononcées.

L'une est dirigée N. S. et suit la vallée de Lissac à Sorpt.

On la reconnaît à ce que, à partir du fond de la vallée, tout le côté droit vers l'est est formé par la masse de calcaire jaunâtre oolithique du puits de Crochet, tandis que le côté gauche, à l'ouest, présente à la même hauteur les marnes du lias au-dessus desquelles les oolithes ne commencent que dans les escarpements qui garnissent de ce côté le haut de la côte. En s'étendant vers l'ouest, la croûte oolithique qui recouvre les marnes forme un *causse* aride vers les Chartriers et Nadaillac.

L'autre faille, dirigée O. N. O., E. S. E., passe au nord de Lissac et du puits de Crochet en se dirigeant vers le pont du Couderc sur la route de Brives à Souillac. On la reconnaît à ce que, tandis qu'au nord se trouvent les grès rouges recouverts par les calcaires magnésiens de Chausanel, de Coutinard et de Noailles, immédiatement à côté, au sud, ne se trouvent plus au même niveau que des calcaires oolithiques (1).

(1) On voit par ce qui précède le changement que nous croyons devoir faire aux coupes des environs de Brives données par M. d'Archiac et par M. Dufrénoy (*Histoire des prog. de la géol.*, t. VI, p. 489 et 508; *Expl. de la carte géol. de la France*, t. II., p. 134). Si les couches plongeaient comme l'indiquent ces coupes, on devrait rencontrer toute l'épaisseur des diverses divisions des marnes du lias au sud du pont du Couderc, ce qui n'a pas lieu).



Le prolongement de la même faille se retrouve au haut de la côte de Turenne, en allant vers Brives, où, avant le village de Nazareth, on passe subitement des calcaires oolithiques dans les magnésiens de la base des jurassiques.

Suivons maintenant le prolongement des mêmes terrains dans le département de la Dordogne, sur le côté gauche de la vallée de la Vézère, entre Larche et Terrasson, et élevons-nous de 200 mètres au-dessus du fond de la vallée en gravissant un mamelon placé en avant de la masse des hauteurs, et formé par un chapeau oolithique recouvrant les marnes qui dominent le village de Grèze. Nous pourrions d'abord reconnaître l'affleurement du banc d'*Ostrea sublobata* à nos pieds, tout autour de la base du mamelon, au contact des marnes, et nous verrons en face de nous, de Chavagnac jusqu'aux hauteurs qui dominent Terrasson, le prolongement du banc sur lequel nous nous trouvons s'étendre horizontalement et montrer sur toute cette étendue sa tranche se dressant en un escarpement à pic d'une vingtaine de mètres environ, dominant les pentes douces des prairies qui, plus bas, recouvrent la surface des marnes du lias. Cet escarpement forme le couronnement des hauteurs dont le sol, dans la direction du sud, reste extrêmement pierreux, aride et accidenté, jusqu'à ce qu'on ait atteint la limite où il se trouve recouvert par les couches crétacées du golfe du Sarladais.

Cette aridité tout à côté de la vallée de la Vézère, où se voit une culture des plus riches, forme un contraste des plus saisissants.

C'est au pied même de l'escarpement dont nous parlons, ainsi presque tout au haut de la côte, que se trouve le hameau du Poulx d'où devaient provenir les Gryphées citées par M. Dufrénoy, et nous y sommes monté pour y recueillir ces mêmes fossiles.

En redescendant dans la vallée de la Vézère, les prairies recouvrant les marnes empêchent de distinguer les divisions indiquées ailleurs dans ces marnes par des changements de fossiles, et je n'ai pu reconnaître que la position des couches liasiennes au-dessous desquelles on rentre dans les calcaires magnésiens, puis dans les grès du trias.

Les failles sont fréquentes dans cette masse jurassique, et on les reconnaît facilement, comme nous l'avons déjà vu tout à l'heure, quand à des hauteurs correspondantes on voit se présenter en face les unes des autres des couches appartenant, dans la coupe générale de la contrée, à des niveaux géologiques très-différents.

Nous pouvons citer près de Terrasson la faille d'Azerat dans la vallée du Cern.

En suivant le chemin de fer, on la traverse au hameau de Latour, où l'on passe subitement des calcaires jurassiques magnésiens inférieurs, reposant sur les grès rouges, à des argiles et marnes noirâtres intercalées au milieu des oolithes dans lesquelles est ouverte la grande tranchée de la Fondelnault.

La principale faille que présentent les calcaires jurassiques dans la Dordogne se rencontre à Excideuil. Elle ramène au même niveau, de manière qu'on les rencontre tout à côté les uns des autres, sur le côté gauche de la vallée de la Loue, les calcaires magnésiens de la base des jurassiques exploités à Fayole comme castine pour les hauts fourneaux, et les calcaires oolithiques de Saint-Martin, dont la base, à Larocque, en face d'Excideuil, est formée par un rocher de calcaire roussâtre, se terminant vers le bas par un banc bleuâtre reposant sur des marnes bleues; et, au contact, nous avons recueilli des *Bélemnites* mal conservées, mais dans lesquelles on pouvait cependant reconnaître des *Belemnites irregularis* et des *B. tripartitus*.

On doit donc voir dans ce rocher la base des oolithes au-dessus des marnes et, par conséquent, le représentant du banc où se trouvent les *Ostrea sublobata* à Terrasson. Les Huîtres ne se rencontrent pas à Excideuil, et il en est d'elles à cet endroit comme d'autres fossiles qui, au voisinage des terrains primitifs, ne se présentent plus avec la même régularité; mais, un peu plus loin, nous retrouverons ce même banc et avec la même abondance d'écaillés d'Huîtres que sur les bords de la Vézère.

A Excideuil, la faille traverse la vallée de la Loue, en laissant sur la gauche le vieux château construit sur un mamelon de marne recouverte par une assise mince du calcaire supérieur; elle suit ensuite le vallon par lequel débouche la route de Thiviers, bordée

sur la gauche d'un escarpement du même calcaire, au pied duquel se voient encore les marnes au niveau même du sol de la route, tandis que, sur la droite du vallon, la ville d'Excideuil se trouve sur les calcaires magnésiens inférieurs qu'on peut suivre jusqu'à leur contact avec les terrains primitifs dans la direction du village de Clermont.

Remontant le vallon de Dost-Noir, où se rencontrent des exploitations de minerai de fer, cette même faille traverse Autrevialle, puis passe entre la Courtade, laissée à droite, et Saint-Germain, à gauche. A la Courtade, à peine atteint-on, sur les hauteurs, le bas des couches liasiennes recouvrant les calcaires magnésiens qui forment la masse des coteaux, tandis qu'à Saint-Germain, placé sur le côté abaissé de la faille, on se trouve déjà dans les oolithes qui, dans la côte de la route descendant de Lage, en venant d'Excideuil, passent graduellement à un calcaire devenant de plus en plus carié, cristallin, dolomitique, à mesure qu'en descendant la côte on se rapproche du contact des argiles bleues qui dans cet endroit ne paraissent pas au jour, mais ne doivent plus cependant se trouver qu'à une faible profondeur dans le sol. Ce ne serait qu'au-dessous de ces argiles qu'on arriverait en profondeur aux couches liasiennes; ainsi on voit de combien ces couches se trouvent abaissées de ce côté de la faille par rapport à celles de la Courtade.

Si, plus loin, sur la même route, en approchant de Thiviers, on prend à gauche, au bas de la côte d'Eyzerat, un chemin nouvellement ouvert conduisant à la Cornélie, on retrouvera un mouvement de faille très-prononcé, paraissant se rattacher à la faille d'Excideuil et de Saint-Germain sur le prolongement de laquelle il se trouve. La faille juxtapose dans cet endroit les couches liasiennes, abaissées à gauche, aux calcaires magnésiens relevés à droite.

Tandis que la côte de la route à droite, montant directement vers Thiviers, recoupe les assises magnésiennes sur une grande épaisseur, le chemin de la Cornélie, de l'autre côté de la faille, à gauche, se trouve découpé dans les calcaires cariés et dans les oolithes qui, comme à Saint-Germain, se lient à ces derniers calcaires et leur font suite en s'élevant.

Les argiles bleues qui séparent les couches liasiennes des calcaires cariés restent ici cachées par la végétation.

Dans le côté nord du vallon, dont le chemin de la Cornélie suit le côté sud, on voit se prolonger les calcaires cariés, et c'est un peu au delà que doit passer la faille séparant ces calcaires

cariés des calcaires magnésiens inférieurs qu'on rencontre au même niveau un peu plus loin sur le revers du même coteau dans la côte de la route de Thiviers.

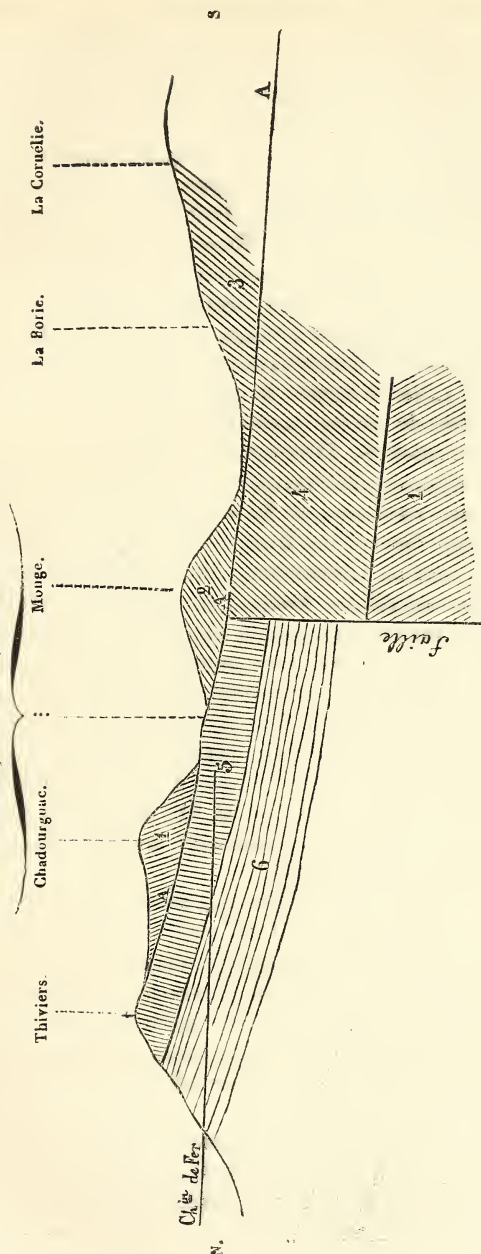
On doit aussi signaler dans cet endroit la rencontre des argiles jaspées manganésifères qui ont donné lieu à plusieurs concessions de mines de manganèse aux environs de Thiviers et de Nontron. Ces argiles forment à Monge, entre le chemin de la Cornélie et la route de Thiviers, un monticule recouvrant les calcaires cariés, et au-dessous duquel doit passer la faille dont il recouvre et cache l'affleurement.

M. Delanoüe (*Bull. Soc. géol. de France*, 1^{re} sér., t. VIII, fig. 4, p. 99) et après lui M. Dufrénoy et M. d'Archiac ont attribué à ces argiles manganésifères regardées par eux comme appartenant aux terrains jurassiques une position dans laquelle elles seraient immédiatement recouvertes par les oolithes. On devrait donc, si cette indication était exacte, les rencontrer entre les calcaires cariés et les oolithes dans la coupe ouverte par le chemin de la Cornélie, mais c'est ce qui n'a pas lieu.

Ajoutons que si l'on examine un peu plus loin les grandes tranchées de chemin de fer de Thiviers à Périgueux, tranchées ouvertes au milieu de ces mêmes argiles à manganèse, et dans lesquelles se trouvent disséminés des fragments d'oolithe remaniée aussi bien que de calcaire cristallin, on sera porté à considérer ces dépôts bien plutôt comme des dépôts postérieurs que comme appartenant à l'époque jurassique, ce que tendrait également à établir, d'un autre côté, la position de lambeaux de ces mêmes dépôts détachés et isolés les uns au fond des vallées, les autres sur des hauteurs. Différents endroits ont cependant été cités comme montrant la superposition des oolithes sur les argiles à manganèse, mais nous ferons voir que cette superposition n'est réelle pour aucun de ceux cités dans la Dordogne, et on le voit déjà ici pour la coupe au sud de Thiviers précisément citée par M. Dufrénoy (*Expl. de la carte géol. de la France*, t. II, p. 668) comme faisant disparaître les doutes qu'on aurait pu conserver sur la position des grès et argiles renfermant le manganèse.

La coupe de M. Delanoüe doit donc être modifiée ainsi :

Point où la route d'Excideuil rejoint celle de Périgueux
au haut de la côte d'Eyzerau.



A — Route de Périgueux.

- 1 — Argiles bleues.
- 2 — Argiles à manganèse.
- 3 — Oolithe.
- 4 — Calcaire magnésien.
- 5 — Grès liasien dolomitique.
- 6 — Calcaire canie.
- 7 — Calcaire canie.
- 8 — Calcaire canie.

Le côté nord de la faille relevé montre dans la tranchée du chemin de fer, à la sortie du souterrain de Thiviers, la partie supérieure des calcaires magnésiens inférieurs recouverte par des grès dolomitiques liasiens caractérisés par des moules de Bélemnites, puis, au-dessus de ces dolomies, on voit les argiles bleues (gypseuses) former la hauteur de Chadourgnac ; mais, au sud de la faille, la rectification de la route impériale de Thiviers à Périgueux qui suit le côté est du vallon dont le chemin de fer occupe le côté ouest est ouverte dans un affleurement des calcaires cariés dolomitiques se reliant un peu plus loin aux oolithes de la Borie et de la Cornélie, et, quant aux argiles à manganèse, elles ne forment dans la hauteur de Monge, sur le passage de la faille, qu'un lambeau de dépôt superficiel recouvrant des calcaires cariés et se reliant à la masse d'argiles beaucoup plus importante recoupée par le chemin de fer sur l'autre côté du vallon.

En suivant la route de Thiviers à Nontron par Saint-Jean de Cole et Saint-Pardoux-la-Rivière, on suit en quelque sorte la même faille qui, un peu au-dessus de Saint-Clément, recoupe le vallon par lequel la route descend des hauteurs de Thiviers dans la vallée de la Cole. D'abord on reconnaîtra à leurs moules de Bélemnites et à leurs autres empreintes fossiles la présence des dolomies liasiennes dans les bancs d'une petite carrière qu'on rencontre sur la gauche de la route quand on a dépassé le manteau argileux formant, depuis Thiviers, le couronnement du coteau ; mais, en continuant à descendre vers la Cole, après s'être retrouvé dans la suite épaisse des couches du calcaire magnésien inférieur, on verra apparaître subitement les calcaires cariés dolomitiques formant alors la masse des flancs de la vallée. On se trouvait jusque-là dans le côté relevé de la faille ; maintenant, après l'avoir traversée, on est rentré dans le côté abaissé.

Lorsqu'on a dépassé Saint-Clément, avant d'arriver à Saint-Jean de Cole, apparaissent au fond de la vallée, comme nous l'avons déjà vu à Excideuil, les argiles bleues qui servent de base à ces calcaires cariés, et dans la base des rochers du flanc droit de la vallée de la Cole, aussitôt après le passage de la rivière, en face du pont, on retrouve, recouvrant les argiles, le banc d'*Ostrea Buckmanni* ou *sublobata* avec la même abondance d'Huîtres que dans les hauteurs de Terrasson.

La faille qu'on avait traversée à Saint-Clément se continue sur la droite de la route en laissant au nord, dans son bord relevé, toute la butte de Saint-Martin de Fressengeas vers la partie supérieure de laquelle les couches liasiennes à Bélemnites se voient à

une assez grande élévation au-dessus du fond de la vallée, ainsi que le montrent les coupes données par MM. Delanoüe et Dufrénoy, tandis que sur le bord abaissé de la faille, à Saint-Jean de Cole, les calcaires cariés se rattachant aux oolithes supérieures aux marnes du lias se trouvent abaissées jusqu'au fond de la vallée de la Cole.

Les calcaires oolithiques sont très-développés plus loin vers le sud-ouest dans les environs de la *Baine* où on les exploite pour l'entretien des routes.

Au nord de Saint-Martin de Fressengeas, à Bournazeau, on a exploité une mine de manganèse dans les argiles jaspées recouvrant, sur une épaisseur de 9 mètres, des terrains anciens formés de schistes micacés, et nous devons faire remarquer combien la position isolée de ces argiles, à Bournazeau, sur des terrains anciens, s'accorde peu avec la position qu'on a voulu leur donner dans la série jurassique dont la suite normale d'assises se voit à côté, partie dans la butte de Saint-Martin de Fressengeas, partie de l'autre côté de la grande faille à Saint-Jean de Cole, mais sans que les argiles à manganèse s'y trouvent intercalées. Nous pensons donc qu'on devra reconnaître que c'est à tort que M. Dufrénoy, malgré l'apparence, ainsi qu'il le dit, au premier abord, très-moderne du gisement, a représenté les argiles à manganèse comme enclavées dans cet endroit dans l'assise des argiles et marnes supérieures (*Expl. de la carte géol. de la France*, t. II, p. 665), et cela malgré la contradiction qu'il y avait à les placer ainsi à Saint-Martin de Fressengeas au-dessous des calcaires cristallins cariés, tandis qu'il les plaçait au-dessus de ces mêmes calcaires à Thiviers.

D'ailleurs, pas plus à Saint-Martin de Fressengeas qu'à Thiviers, les argiles à manganèse ne se trouvent recouvertes par des couches jurassiques, en sorte que rien ne s'oppose à ce qu'on y reconnaisse des dépôts modernes et complètement superficiels.

Ce ne pourrait pas être non plus dans la présence de calcaire silicifié et passé à l'état de jaspe, même de calcaire oolithique, qu'on pourrait trouver un caractère positif reportant ces dépôts à l'époque jurassique, car on ne doit voir dans ces calcaires que des remaniements bien évidents à Thiviers, et on peut facilement expliquer la formation des jaspes par l'apparition de sources siliceuses à la suite de l'ouverture de la faille, aux environs de laquelle se sont formés les dépôts argileux, par conséquent postérieurement au dépôt des couches jurassiques coupées par cette même faille.

A Saint-Pardoux-la-Rivière, localité visitée par M. Dufrénoy, les marnes bleues jurassiques forment le fond de la vallée de la Dronne, et on les voit encore recouvertes par les premières assises du calcaire carié cristallin, dans une banquette qui s'étend parallèlement au cours de la Dronne avec une légère inclinaison vers le sud depuis la Pigerie, où cette banquette vient buter contre les terrains primitifs, jusque vers Pombal où les calcaires sont déjà passés à l'oolithe qui ensuite forme sans discontinuité toute la hauteur bordant le côté sud de la petite vallée latérale par laquelle la route venant de Nontron descend vers Saint-Pardoux.

C'est sur cette même banquette de calcaire carié que se trouvent les villages de Boissard et de la Péronie, et entre la Péronie et la Pigerie, à l'ouest de Saint-Pardoux, s'étend un nouveau lambeau d'argiles jaspées à manganèse, recouvrant la banquette de calcaire carié en s'adossant au nord contre les massifs primitifs de la Pigerie.

Dans cet endroit reparait aussi la faille de Thiviers qui marque ici la séparation des terrains jurassiques et des primitifs, à la base du flanc nord de la petite vallée dont il vient d'être question, sur la droite de la route, en se dirigeant vers Nontron.

Un peu plus loin, le haut du vallon se tourne vers le nord, et se trouvant alors recoupé par le prolongement de la faille, on retrouve, garnissant son fond dans le bord relevé de cette faille, les argiles bleues qu'on avait laissées beaucoup plus bas sur le bord de la Dronne, dans le côté abaissé de la même faille. Le lit du ruisseau est creusé dans ces argiles bleues, et entre Puymézier, Goulat et Saréliéras, se retrouve au-dessus des argiles une banquette de calcaire carié traçant une ligne de niveau arrondie, suivant la forme du fond de la vallée.

Cette banquette formant escarpement est celle que signale M. Dufrénoy, tome II de *l'Explication de la carte géologique de la France*, page 659.

A Goulat, le calcaire carié est encore recouvert par l'alluvion manganésifère et les autres dépôts analogues qui s'étendent sur une partie des hauteurs du Nontronnais.

Après avoir dépassé le faite de Goulat, en se dirigeant directement vers Nontron par un chemin vicinal nouvellement ouvert dans le ravin qui sépare la ferme de Chez-Pouge du village d'Azat, au-dessous des alluvions du faite du coteau, on retrouve d'abord des couches oolithiques mises à nu par les déblais du chemin, puis on arrive aux calcaires cariés cristallins, prolongement de ceux rencontrés de l'autre côté du faite. Ces calcaires renferment

des nids de baryte sulfatée et des Bélemnites à sillon (probablement *B. sulcatus* ou *B. unicanaliculatus*) également transformées en baryte sulfatée, et ici, comme dans les autres endroits où nous les avons déjà rencontrés, ces calcaires forment la base des oolithes. Vers le bas de la côte, on rentre ensuite dans la masse primitive, dans laquelle est creusée la vallée du Baudiat à Nontron, et sur laquelle se sont déposées les couches jurassiques.

De l'autre côté de la vallée, c'est le prolongement des mêmes couches, toujours au niveau géologique des calcaires cariés, qui forme la masse des hauteurs qui bordent la rive droite du Baudiat au-dessous de Nontron, hauteurs dont la route départementale de Nontron à Angoulême longe le pied, et à Ribeyrolles et Chez-Thomas on peut reconnaître, sur le côté de la route, la présence des marnes bleues formant le fond de la vallée, et même à leur contact avec les calcaires cariés on peut recueillir en grande abondance des *Ostrea Buckmanni* ou *sublobata* (1) J'y ai aussi trouvé quelques Bélemnites (*abbreviatus* ?).

Nous retrouvons donc au delà de Nontron ce même banc d'Huîtres si caractéristique que nous avons reconnu à Saint-Jean de Cole, Terrasson, Grèzes, Lissac, Turenne, et qui, comme nous le disions au commencement de cette étude, s'étend jusque dans l'Aveyron près de Villefranche.

Un peu plus loin, en descendant la vallée du Baudiat, on voit à la Meynardie les oolithes faire suite aux calcaires cariés.

On retrouve aussi dans la vallée du Baudiat la faille de Saint-Pardoux, car, tandis que sur le côté relevé de la faille (toujours le côté nord), on voit, à l'ouest de Nontron, les calcaires cariés relevés dans les hauteurs du flanc droit de la vallée, sur le côté sud, abaissé, aussitôt après avoir traversé le Baudiat à Saint-Martial de Valette, sur la route de Périgueux, on se trouve dans les oolithes, prolongement de celles que nous avons vues border le côté sud du vallon que suit la route de Saint-Pardoux à Nontron, en quittant Saint-Pardoux.

A partir de Saint-Martial, le Baudiat qui venait du nord-est se retourne au nord-ouest, et la vallée se trouve ouverte précisément dans la faille.

Quant au lambeau de terrain jurassique placé sur le flanc d'une hauteur de terrains primitifs qui domine la ville de Nontron et dont la coupe a été donnée par M. Delanoüe (*Bull. Soc. géol. de France*, 1^{re} sér., t. VIII, p. 99, fig. 3), puis reproduite par M. Dufrénoy

(1) M. Delanoüe les appelle *Gryphea obliquata*.

(*Expl. de la carte géol. de la France*, t. II, p. 658), on ne peut y voir qu'un prolongement des couches d'Azat et de Chez-Pouge qui aura plus particulièrement attiré l'attention en raison de sa position à la sortie de Nontron et des fossiles qu'on y rencontrait.

On pouvait y constater la présence de couches jurassiques recouvertes par des argiles grisâtres et des dépôts manganésifères qui ont donné lieu à une concession de mine de manganèse (celle des Fourneaux abandonnée depuis), mais rien ne justifie, suivant nous, l'assimilation qui a été faite là des argiles grises supérieures aux bancs de calcaire fossilifère avec les argiles bleues séléniteuses de Thiviers, ces dernières étant, au contraire, bien inférieures à ces mêmes calcaires.

Quant au dépôt manganésifère lui-même, aussi bien aux Fourneaux qu'à l'ancienne mine de Lamothe située à peu de distance vers l'ouest, aussi bien qu'à Saint-Martin-le-Pin, et qu'à celle de Teyjac, il se présente comme toujours avec tous les caractères d'un dépôt superficiel.

Rappelons en terminant que dans la séance de la Société géologique, tenue le 14 septembre 1857 à Angoulême, M. Coquand, en établissant que les manganèses de la Charente sont exclusivement tertiaires, annonça que je partageais cette opinion quant aux manganèses de la Dordogne. Ce travail, on le voit, a pour but de donner les preuves à l'appui de cette opinion si contraire à celle encore soutenue par M. Delanotte dans la même séance de la Société, et en même temps d'attirer l'attention des géologues sur quelques traits caractéristiques des couches jurassiques déposées sur les bords du versant sud-ouest du massif primitif central de la France.

M. Lory fait la communication suivante :

Essai d'une nouvelle explication de l'anomalie stratigraphique de Petit-Cœur en Tarantaise ; par M. Ch. Lory.

A la suite des explorations que nous avons faites cette année, M. l'abbé Vallet et moi, dans la Tarantaise, et dont nous nous proposons de faire connaître prochainement les principaux résultats, j'ai été conduit à revoir la célèbre localité de Petit-Cœur, en l'abordant par le haut, à la descente de Naves. Ce nouveau coup d'œil donné à une énigme stratigraphique tant de fois décrite et discutée, m'a confirmé de plus en plus dans cette conviction, qu'il n'y a là qu'une anomalie *locale* et très-restreinte, un accident

résultant d'un mode particulier de bouleversement; et toute la difficulté est de saisir le *mécanisme* par lequel a pu se produire cet arrangement singulier de lambeaux de divers terrains qui, bien certainement, ne s'étaient pas déposés les uns au-dessus des autres dans l'ordre où ils semblent aujourd'hui se recouvrir.

Il faut d'abord le reconnaître : toutes les explications proposées, tous les modes de bouleversement imaginés jusqu'ici pour expliquer cette anomalie stratigraphique, sont plus ou moins en désaccord avec les faits. Les géologues qui ont partagé les vues de M. Élie de Beaumont ont eu raison de dire qu'il n'y avait, à Petit-Cœur, ni renversement, ni repli d'un système de couches sur lui-même. « Comment, s'écrie M. Fournet (1), invoquer un grand pli de terrain pour un si petit espace, un grand phénomène alpin pour un point si exigü ? »

En revoyant cette localité, il m'a paru qu'on pouvait s'en rendre compte d'une manière satisfaisante et rattacher le petit fait anormal dont s'est trop exclusivement préoccupé jusqu'ici à de grandes dislocations, bien autrement importantes, dont il n'est, selon toute apparence, qu'un accident consécutif. Ces dislocations ont rendu *possibles* certains mouvements partiels des terrains, par la supposition desquels on peut expliquer très-simplement, dans tous ses détails, l'irrégularité de superposition si longtemps discutée.

Une coupe faite de l'O. N. O. à l'E. S. E., perpendiculairement à la direction générale des chaînes, par le point où s'observe l'anomalie stratigraphique, se divise naturellement en quatre parties distinctes.

1^o La *paroi occidentale* du vallon est formée par une montagne massive et très-roide de *schistes cristallins* dits *primitifs* (Y) : la stratification de ce groupe est discordante par rapport à celle des suivants (2); les feuillettes, en général très-fortement inclinés, sont dirigés vers l'E. N. E. et plongent au N. N. O., tandis que, dans tous les groupes suivants, les couches sont dirigées au N. N. E., dans le sens général des chaînes, et plongent toujours vers l'E. S. E.

2^o Le *paquet inférieur* comprend :

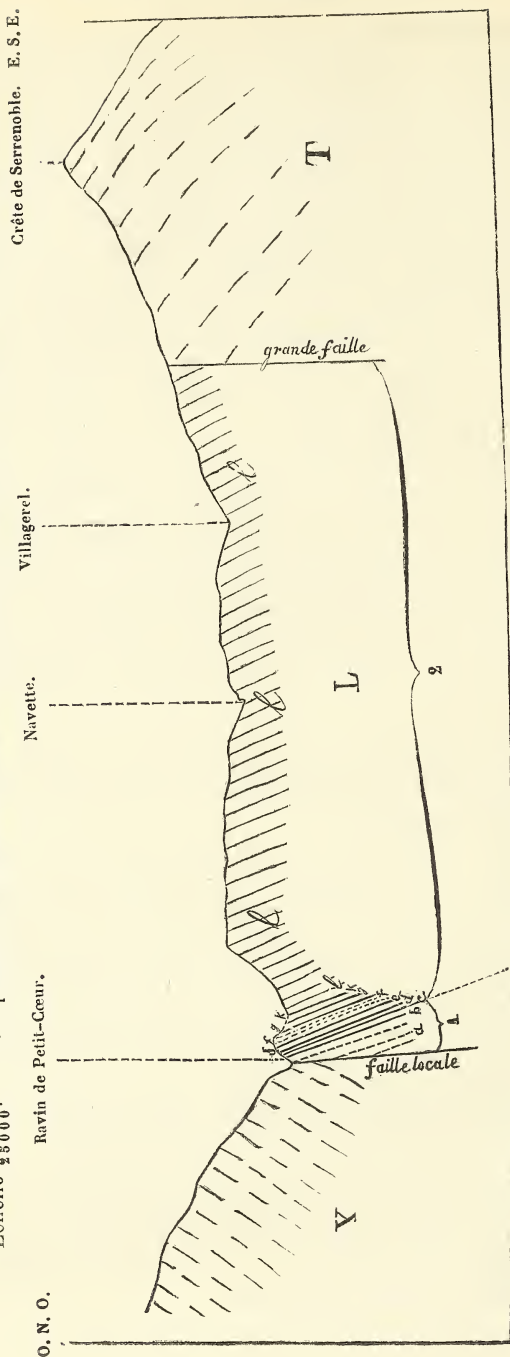
a. — 25 mètres environ de schistes satinés, et de grès schisteux, alternant avec des feuillettes de schistes argileux noirs.

(1) *Suite des études sur la géologie de la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans*; Lyon, 1849, p. 59.

(2) Fournet, *Mém. cité*, p. 55. — G. de Mortillet, *Géologie de la Savoie*, p. 163.

Coupe du vallon de Petit-Cœur.

Échelle $\frac{1}{25000}$. — Les épaisseurs des assises inférieures, de *a* à *k* inclusivement, ont été forcément exagérées.



- Y — Schistes cristallins, dits primitifs.
- L — Schistes du lias.
- T — Schistes et poudingues triasiques.
- 1 — Paquet inférieur.
- 2 — Paquet supérieur.

b. — Une assise de 10 mètres de schistes ardoisiers argilo-calcaires, avec *Belemnites acutus*, *Ammonites bisulcatus*, etc., fossiles qui la caractérisent comme *lias inférieur*, horizon de la Gryphée arquée (*sinémurien*, d'Orb.). La superposition de ces schistes calcaires aux grès schisteux inférieurs est très-nette, immédiate et évidemment normale. Ces grès inférieurs ne renferment aucune empreinte végétale; mais leur aspect est celui de la partie inférieure du terrain houiller dans l'Oisans, à Valorsine, etc., et tous les géologues ont été unanimes pour établir ce rapprochement. Quel que soit au juste leur âge, il est du moins incontesté qu'ils sont plus anciens que les schistes à Bélemnites. Ainsi, le *paquet inférieur* se compose de deux groupes de couches en superposition normale, l'un probablement *houiller*, l'autre du *lias inférieur*.

3° Le *paquet supérieur* comprend :

c. — Argile schisteuse noire 0^m,50; quelques traces d'empreintes végétales;

d. — Argile charbonneuse ou anthracite très-impure, toute broyée, 0^m, 50;

e. — Schistes argileux à empreintes végétales houillères abondantes et souvent bien conservées, 1^m, 20;

f. — Grès alternant avec des lits d'argiles schisteuses et contenant de petites veines charbonneuses; 25 à 30 mètres. Ces grès sont notablement différents des grès inférieurs, *a*, et surtout bien moins schisteux; ils ont la structure des grès qui alternent avec les couches d'anthracite dans la partie supérieure du terrain houiller.

g. — Grès blancs ou jaunâtres, plus purement quartzeux et plus feuilletés; bien qu'il soit difficile de tracer une limite entre eux et les précédents, ils s'en distinguent dans l'ensemble, et ils prennent, à leur partie supérieure, l'aspect des *grès triasiques* d'Allevard, etc.; leur épaisseur est d'environ 10 mètres.

h. — Cargneule jaunâtre, signalée par M. Favre: on la voit s'appuyer immédiatement sur les grès précédents, à quelques mètres au-dessus du sentier de la carrière, en continuant le chemin en lacets qui monte vers Naves; épaisseur, environ 2 mètres.

i. — Schistes argilo-calcaires à grandes Bélemnites, bien différentes des petites Bélemnites courtes de l'assise *b*, et que l'on trouve, sur une foule de points, associées aux Ammonites du *lias moyen* et du *lias supérieur*. C'est dans ces schistes qu'est ouverte, un peu plus haut, sur le chemin de Naves, la carrière d'ardoises de la Cudraz, bien connue par ses grandes Bélemnites. Le système *liasique* continue au-dessus de ces schistes, sur une immense

épaisseur, par une longue série d'assises, dont une, plus calcaire et plus solide forme les escarpements qui dominent à l'est le vallon de Petit-Cœur; et les suivantes, plus tendres et plus feuilletées, constituent le sol du plateau de Navette et de Villagerel.

Tout cet ensemble représente encore une succession parfaitement normale, qui se résume ainsi : partie supérieure du *terrain houiller*, avec anthracite et empreintes végétales au toit du charbon; grès et cargneule *triasiques*, peu épais; *lias moyen* et *supérieur*, extrêmement puissant. Telle est la composition du *paquet supérieur* de la coupe de Petit-Cœur.

Cette coupe présente donc, à partir de la *paroi occidentale* de terrain *primitif*, deux paquets, d'épaisseurs fort inégales et de compositions essentiellement différentes, mais dont chacun est formé d'une succession *normale* d'assises, sans aucune interversion, *sans indice de repli ni de renversement*. Cette remarque suffit, je crois, pour exclure toutes les explications proposées jusqu'ici, particulièrement par M. Favre, par M. G. de Mortillet et par moi-même (1).

L'énigme de Petit-Cœur consiste dans le *chevauchement* anormal du *paquet supérieur* sur le *paquet inférieur*. En continuant la coupe, nous allons bientôt comprendre la possibilité de ce chevauchement.

La zone de *lias moyen* et *supérieur* (L) que notre coupe traverse, du ravin de Petit-Cœur à Villagerel, est une des plus continues et des mieux caractérisées de la Savoie. Elle est le prolongement évident du *lias* du col de la Madeleine, dont les fossiles sont bien connus; et vers le N. N. E., elle se continue sans interruption, par Naves, jusqu'au col du Bonhomme.

4° A l'est de Petit-Cœur et de Naves, cette zone de *lias* est limitée par une crête assez abrupte, formée d'un groupe très-épais de *poudingues* et de schistes, dans lequel est ouverte l'étroite cluse qui conduit d'Aigueblanche à Moutiers. Ces poudingues ont été considérés comme régulièrement superposés au *lias schisteux* (2). Mais, en réalité, il n'en est point ainsi : leur saillie au-dessus du *lias* est le résultat d'une grande *faille*, que nous avons suivie, M. Vallet et moi, depuis Saint-Jean de Maurienne jusqu'au col de la Seigne,

(1) Favre, *Remarques sur les anthracites des Alpes*, 1844; *Terrains liasique et keupérien de la Savoie*, 1859. — G. de Mortillet, *Géologie de la Savoie* (1858), p. 170 et 183. — Lory, *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. XVI, p. 825.

(2) Voir le même cité de M. Fournet, p. 57.

en passant par les cols de la Madeleine, du Cormet et de Roselein, et qui m'a paru continuer bien plus loin encore, par l'Allée-Blanche, le col Ferret et Sembranchier, jusque vers Saxon en Valais. Sur toute cette longueur d'environ trente lieues, le *lias* qui s'appuie sur le versant oriental de la grande saillie des roches *primitives* vient buter à l'est, en couches très-inclinées, au pied d'énormes escarpements formés par des roches *triasiques*. Les poudingues de la cluse d'Aigueblanche, et les schistes plus ou moins lustrés qui alternent avec eux, appartiennent au *trias* ; ils ne sont qu'un facies local, très-développé en Tarantaise, de la partie supérieure de ce système, représentée, un peu plus au sud, par les schistes lustrés de Bardonnèche, du Mont-Cenis, du Queyras, etc.

Si l'on gravit la crête à l'est de Naves, pour gagner les pâturages de la Combe et redescendre sur Villette, on trouve, à la base de ce groupe de poudingues et de schistes, une assise de grès quartzeux bigarrés, pareils à ceux d'Allevard et recouverts par une couche de cargneule ; dans les hauteurs, les poudingues et schistes, en couches horizontales ou ondulées, sont surmontés de grandes masses de gypse. En descendant de la Combe vers Villette, on voit apparaître, par une déchirure de ces poudingues, une assise puissante de calcaires cristallins, plus ou moins magnésiens, les mêmes que l'on exploite, un peu plus loin au sud, au *Détroit du Ciex*, au point culminant de la route entre Moutiers et Villette. Enfin, en approchant de Villette, on traverse de nouveau les poudingues et les schistes, plongeant fortement à l'est, et recouverts encore par des gypses, qui en sont inséparables. Tout cela s'enfonce, à Villette, sous un grand massif calcaire tout différent, auquel appartient la *brèche de Villette*, à fossiles *liasiques*, et qui se continue, entre Villette et Aime, par une grande épaisseur de *lias schisteux*. Cette coupe montre bien évidemment la position normale des poudingues de la cluse d'Aigueblanche au-dessous du *lias*, et dans le système *triasique*.

Sans anticiper plus longtemps sur les coupes que nous publierons prochainement, M. Vallet et moi, relativement à la structure de cette partie de la Tarantaise, je dirai encore que les poudingues et schistes de la cluse d'Aigueblanche ont pour base, sur la rive gauche de l'Isère, un calcaire cristallin semblable à celui du *Détroit du Ciex*, et exploité dans une carrière voisine de l'église du Bois. D'autre part, à l'est, ces mêmes poudingues et schistes sont évidemment recouverts par la grande bande de gypse que l'on voit commencer au S. O. de Moutiers et continuer tout le long du

chemin de Saint-Jean de Belleville. Sur ce trajet, près du hameau de Villarly, M. Vallet a relevé une coupe très-intéressante qui montre, à partir des poudingues, les gypses, puis une assise peu épaisse de schistes ardoisiers rougeâtres; et ceux-ci sont surmontés de couches calcaires noires, où M. Vallet a trouvé *Avicula contorta*, Portl., *Pecten valoniensis*, Defr., *Plicatula intus-striata*, Emm., *Mytilus psilonoti*, Quenst., et autres fossiles de l'*infra-lias*. C'est la base d'un grand système de calcaires noirs plus ou moins argileux, qui n'est autre chose que le prolongement immédiat du *lias* de la partie la plus occidentale (et non renversée) du massif des Encombres.

Il ne peut donc y avoir aucun doute sur la position normale des poudingues d'Aigueblanche *au-dessous du lias*, dans le système des gypses et des calcaires magnésiens cristallins, c'est-à-dire dans le *trias* de cette région (1). Le contact anormal de ces poudingues, à l'est de Petit-Cœur et de Naves, avec la partie supérieure du lias schisteux est donc bien manifestement le résultat d'une grande *faille*; et cette faille, comme nous l'avons dit plus haut, s'observe, d'une manière continue, sur trente lieues de longueur.

Devant cette faille, qui est un des traits les plus importants de la structure des Alpes occidentales, l'accident local de Petit-Cœur est un fait bien minime, et il est naturel de penser qu'il lui doit être subordonné.

Revenons maintenant à la limite occidentale de la zone liasique.

Au nord de Naves, dans le vallon de la Grande-Maison, qui

(1) Les calcaires magnésiens de la partie inférieure du *trias*, dans la Tarantaise, correspondent aux calcaires magnésiens de l'Esseillon en Maurienne (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. XVIII, p. 38 et 743 et suiv.). Ceux-ci contiennent, comme l'on sait, sur plusieurs points, des cristaux d'*albite*; et ce caractère minéralogique remarquable est connu depuis longtemps dans ces calcaires voisins du col du Bonhomme et du col de la Seigne, qui appartiennent au même horizon géologique. Mais je puis ajouter que la présence de ces cristaux d'*albite* est beaucoup plus générale qu'on ne l'a cru jusqu'ici : ils paraissent exister, à l'état *microscopique*, dans tous les calcaires magnésiens de ce niveau géologique, quand ils ont une structure grenue ou cristalline. Il suffit, pour le constater, de dissoudre un fragment de la roche dans l'acide hydrochlorique étendu et d'examiner le résidu au microscope. J'en ai trouvé ainsi dans les calcaires du Détroit du Ciex, du Chapiu, de Salins près Moutiers, et même dans des bancs dolomitiques de Champ, près Vizille, alternant avec les gypses.

remonte au col de la Louza, le lias, moins fortement incliné qu'à Petit-Cœur, repose constamment sur une assise de cargneule et de gypse, et celle-ci s'appuie, sans discordance bien marquée, sur les schistes cristallins primitifs. Mais en approchant de Naves, ces conditions de superposition régulière sont modifiées : la limite d'affleurement du terrain primitif s'infléchit, quitte le vallon de la Grande-Maison et passe un peu à l'est de Naves-Fontaine. En même temps, on remarque que les schistes cristallins sont très-tourmentés et commencent à se redresser généralement vers le S. E. La zone de cargneule se trouve supprimée, et le lias à grandes Bélemnites, plongeant plus fortement à l'est, est mis en contact immédiat avec les tranches des schistes cristallins plongeant à l'ouest. Telles sont les circonstances du contact à Naves-Fontaine et à la carrière de la Cudraz. Elles indiquent évidemment que, à partir de Naves, il s'est produit une rupture, une *faille*, qui a déterminé le redressement vers le S. E. des terrains de la lèvre supérieure, et un affaissement brusque de ceux de la lèvre inférieure de cette faille. Cette fracture se prononce de plus en plus à mesure qu'on descend sur Petit-Cœur, qu'on se rapproche de la grande cluse où l'Isère coule depuis Moutiers jusqu'à Albertville. Cette faille locale, origine de l'étroit et profond ravin de Petit-Cœur, est évidemment une fissure latérale subordonnée, déterminée par cette grande cassure transversale.

En descendant de la carrière à grandes Bélemnites de la Cudraz, on voit les schistes liasiques *l* s'écarter du terrain primitif, et l'on voit apparaître au-dessous d'eux la cargneule *k*, le grès triasique *g*, le grès houiller supérieur *f*, à la base duquel sont les empreintes végétales *e*. Ce n'est qu'en arrivant à la localité critique si connue que l'on aperçoit le *paquet inférieur* des ardoises *sinémuriennes* *b*, et des grès sous-jacents *a*, intercalé, *comme un coin*, entre le terrain primitif et le grès houiller, c'est-à-dire *entre les deux lèvres de la faille*.

Si l'on observe attentivement, de près, puis d'une distance convenable, la coupe naturelle de ces couches, on voit que les couches du *paquet inférieur* sont *sensiblement plus inclinées* que celles du *paquet supérieur*. Le contact a lieu *en biseau*, et l'assise des ardoises *sinémuriennes* *b* va en s'amincissant et s'oblitérant vers le haut. Il en est de même de la petite couche charbonneuse *d*, comme l'avait reconnu M. Murchison. Dans le sens de la direction, l'oblitération au bord de la faille a lieu très-rapidement pour le *paquet inférieur*, et progressivement pour les grès du *paquet supérieur* ; de sorte qu'à la Cudraz les schistes à grandes

Bélemnites sont immédiatement en contact avec le terrain primitif.

Ainsi le *paquet inférieur* de Petit-Cœur n'est, en réalité, qu'un coin très-peu étendu, coupé en biseau, sur ses deux faces, par les deux lèvres d'une faille entre lesquelles il est intercalé; et le *paquet supérieur* lui-même, comprenant toute l'épaisseur de la zone liasique jusqu'au-dessus de Villagerel, n'est encore qu'un lambeau isolé entre deux failles. Cette conclusion nous met sur la voie du mécanisme par lequel l'anomalie a pu se produire et me semble conduire naturellement à l'explication suivante.

Postérieurement au dépôt du lias, à une époque que nous ne chercherons pas ici à préciser, une grande déchirure s'est produite, sur 30 lieues de longueur, au S. E. et parallèlement à la direction générale de l'antique saillie de la zone *primitive* des Alpes occidentales, déjà esquissée par des dislocations antérieures. Les assises du *trias*, très-puissantes dès qu'on s'éloigne de ce versant de la zone *primitive*, ont été taillées en une falaise abrupte, vers le pied de laquelle se sont affaissées, tout le long, en s'inclinant fortement vers l'E. S. E., les couches du *lias* et des terrains sous-jacents, beaucoup moins développés, qui formaient le revêtement de la saillie primitive. Ensuite, à une époque également indéterminée, consécutive ou non de cette principale dislocation, il s'est produit de grandes cassures transversales, entre autres celle de la cluse de l'Isère, depuis Moutiers jusqu'à Albertville; et sur le bord de cette grande fracture, à Petit-Cœur, une fissure subordonnée, qui a déterminé une *faille locale* s'étendant jusqu'à Naves.

De cette manière, le paquet général des terrains de Petit-Cœur, détaché des deux parois latérales du vallon, s'est affaissé entre elles, en deux temps, sous la forte inclinaison de 70 degrés environ; et il s'est trouvé placé ainsi dans une situation analogue à celle de la matière d'un puissant filon entre ses deux épontes. Dès lors, il est bien simple d'admettre qu'il a pu se produire, dans ce paquet de couches très-inclinées, un phénomène semblable à celui que l'on observe si fréquemment dans les filons: à savoir, une dislocation dans la masse même du filon, à peu près parallèlement à son inclinaison générale, suivie d'un *glissement* du toit sur le mur. Ces sortes de glissements sont l'origine des *miroirs* que l'on remarque souvent dans l'intérieur même de la masse du filon, aussi bien qu'à ses salbandes.

De même, et plus facilement encore, dans ce paquet de couches affaissées entre deux grandes failles, sous l'angle de 70 degrés, il a pu se produire une disjonction locale, à peu près paral-

lèlement à l'inclinaison générale des feuillets; cette déchirure a dû se faire de préférence près du mur, près de la faille la plus récente, et même, probablement, aussitôt après celle-ci. Comme les couches de charbon sont toujours des plans de séparation et de glissement très-faciles, la disjonction a dû suivre, sur une certaine étendue, la couche d'anthracite *d* incluse dans le paquet houiller. Tout la masse du lias *l*, et la cargneule sous-jacente *k*, avec les assises supérieures du grès houiller *f*, *e*, ont glissé sur cette couche de charbon, et sont venues ainsi, coupant en biseau très-aigu les couches qui restaient adhérentes au mur, se superposer au paquet de celles-ci.

C'est une remarque générale que, sur les flancs de l'ancienne saillie formée par les terrains cristallins des Alpes occidentales, le grès houiller, le trias, l'infra-lias, et même le lias inférieur (*sinémurien*) sont toujours très-minces, très-irrégulièrement développés et sujets à manquer en des points peu éloignés de ceux où on les observe. Au contraire, le lias à grandes Bélemnites, ensemble du lias moyen et supérieur, est toujours très-développé, en étendue et en épaisseur, et il recouvre indifféremment les gisements morcelés de tous les précédents.

On peut donc admettre que, sur le fond inégal constitué par les schistes cristallins, il y avait, en deux points distants l'un de l'autre de quelques centaines de mètres peut-être, deux séries d'assises ainsi composées : dans le premier, la partie inférieure du *terrain houiller* (*a*), recouverte immédiatement par un dépôt de *lias inférieur* (*b*); dans l'autre, le *terrain houiller* plus complet, avec une couche de charbon (*d*) et des empreintes végétales au toit (*e*), recouvertes encore par une assise de grès (*f*); puis un *trias* peu épais (*g*, *k*), sur lequel le lias inférieur manquait et qui était immédiatement recouvert par le grand dépôt du lias moyen et supérieur (*l*), s'étendant également sur le *sinémurien* (*b*) de l'autre localité. On peut se figurer que la couche de charbon (*d*) de cette seconde station était à peu près sur le même niveau que le *lias inférieur* (*b*) de la première. Quand tout le paquet a chaviré, sous l'inclinaison de 70 degrés, entre les deux failles, il s'est produit, dans cette masse même, un plan de disjonction et de glissement, qui a suivi sur une certaine étendue la couche charbonneuse *d*; et tout ce qui la recouvrait est venu, par un *mouvement de tiroir*, se superposer aux premières couches du lias inférieur *b* de l'autre localité (1).

(1) Ce phénomène n'a rien de plus extraordinaire que ce que l'on

Ainsi l'anomalie de Petit-Cœur, inconciliable avec l'hypothèse d'un *renversement*, d'un *repli* des terrains, me paraît pouvoir s'expliquer d'une manière satisfaisante par un simple *glissement* qui s'est opéré, de préférence, suivant le plan de séparation facile déterminé par la couche charbonneuse. Toutes les circonstances signalées par l'observation se concilient parfaitement avec cette explication : ainsi l'inclinaison sensiblement plus forte et l'amin-cissement *en coin* du paquet inférieur (*a*, *b*) sur lequel l'autre a glissé ; ainsi encore, l'état complètement broyé de la couche argileuse (*c*), qui n'est, à vrai dire, qu'un amas confus de schiste ardoisier du lias *b* et de schiste houiller brisés et laminés ensemble ; et l'état non moins broyé de l'anhracite *d*, réduite en poussière et mêlée avec l'argile sous-jacente. Ainsi s'expliquent encore les déformations éprouvées par les Bélemnites et les Crinoïdes du *paquet inférieur b* (1), indices d'un laminage très-énergique, par suite d'un glissement un peu oblique aux plans de stratification ; et les déformations fréquentes des empreintes végétales houillères, immédiatement au toit (*e*) du plan de glissement. Souvent ces schistes houillers ne se refendent pas nettement suivant les plans de la stratification primitive (2) ; les empreintes alors sont toutes morcelées. Cette tendance à se déliter en biais prouve que ces schistes ont éprouvé des tiraillements obliques, comme cela a dû résulter du glissement.

L'explication que nous venons de donner de l'anomalie stratigraphique de Petit-Cœur par un *glissement* qui se serait produit dans une masse de terrains affaissés vers une grande faille et détachés, d'autre part, de la chaîne par une autre faille locale, me paraît susceptible d'être appliquée à beaucoup d'autres cas d'intercalations apparentes, où l'on ne remarque en effet, comme on l'a souvent objecté, aucun indice de renversement ni de repli des couches sur elles-mêmes. Sur le prolongement de la même direction géologique, au sud de l'Isère, on trouve près du hameau de la Cudraz, commune de Briançon, un *coin* de grès houiller, dont l'épaisseur est de vingt mètres au plus sur un point, et de douze mètres seulement, un peu plus haut, intercalé dans les schistes

voit souvent arriver dans les glissements de terrains sur des fonds argileux : une nappe de terre se détachant de la partie supérieure d'un coteau, peut glisser toute d'une masse et venir se superposer au gazon de la pente inférieure.

(1) G. de Mortillet, *Géologie de la Savoie*, p. 463.

(2) Id., *ibid.*, p. 468.

cristallins. Cette intercalation, comme l'a dit M. de Mortillet, semble être là pour donner l'explication de l'anomalie de Petit-Cœur; et il me paraît probable que ce fait si restreint doit s'expliquer par un *glissement* plutôt que par un repli complet des terrains sur eux-mêmes.

A Roselein, encore sur le prolongement de la même direction, mais vers le N. N. E., c'est un paquet assez épais de *grès houiller* recouvert régulièrement, à l'est, par des *cargneules* et par toute la série du *lias*, mais semblant s'appuyer, à l'ouest, sur d'autres *cargneules* qui reposent immédiatement sur le terrain primitif. C'est encore très-probablement le résultat d'un *glissement* analogue à celui de Petit-Cœur.

Nous appelons l'attention des géologues sur ce genre de dérangements stratigraphiques, dont on trouve très-souvent des exemples, sur une petite échelle, dans l'épaisseur d'un même groupe de couches; nous ne croyons pas nous tromper en presumant que l'on reconnaîtra bientôt de nombreux faits de superpositions anormales dues à des accidents semblables, et qui seront autant de preuves confirmatives de notre explication.

M. Favre lit le mémoire suivant :

Précis d'une histoire du terrain houiller des Alpes; par M. Alphonse Favre, professeur à l'Académie de Genève (1).

Dans cette histoire des travaux relatifs au terrain houiller des Alpes, longtemps nommé terrain anthracifère, il m'a paru convenable d'établir des divisions. Je ne veux pas les baser sur les mémoires qui ont joué un rôle plus ou moins important dans la géologie des Alpes, mais sur les observations et sur les faits. Il me semble naturel dès lors de comprendre dans la première partie toutes les observations anciennes sur les anthracites et sur les végétaux qu'ils les accompagnent, en y ajoutant les remarques faites sur l'influence de la géologie anglaise qui avait pour but la comparaison des terrains des Alpes avec ceux de la Grande-Bretagne. Cette division s'arrête en 1827.

(1) L'*Histoire du terrain houiller des Alpes*, qui va bientôt être publiée, renferme l'analyse d'une centaine de mémoires et l'opinion d'environ soixante-dix savants, était trop longue pour être présentée à la Société; j'en ai extrait ces pages ci-jointes.

Dans la seconde partie, de 1828 à 1857, je donne le résumé de ce qui a été fait depuis la découverte des Bélemnites dans la célèbre localité de Petit-Cœur près Montiers en Tarentaise, jusqu'au moment qui précède celui où le terrain triasique a été reconnu dans les Alpes.

La troisième partie, qui ne comprend que les années 1858 à 1860, renferme les observations qui servirent à constater la présence du terrain triasique et celle de l'infra-lias, ainsi que les conséquences qui en résultèrent.

La quatrième partie s'étend de 1860 à 1863. Elle commence à la découverte de Nummulites de la Maurienne et s'étend jusqu'à la clôture de la discussion.

Pour résumer en quelques mots la manière dont cette lutte s'est terminée, je dirai que l'un des partis publia une grande abondance de mémoires, et que l'autre n'en publia que peu ; le nombre des géologues rangés dans le premier a été grand, tandis qu'il était petit dans le second ; enfin, on verra que la présence du terrain triasique et celle de l'infra-lias, ainsi que la position des Nummulites, concourent, avec les caractères minéralogiques des roches, leur position stratigraphique, si longtemps méconnue, et les fossiles qu'elles renferment, à démontrer la présence du vrai terrain houiller dans les Alpes.

Pendant la durée des débats qui eurent lieu, nous trouverons plusieurs savants d'une grande distinction dont l'opinion s'est profondément modifiée sous l'influence des nouveaux arguments qui arrivaient au jour. C'est tout à fait à tort que l'on érige quelquefois en reproche ces changements d'opinion. Ils sont, à mon avis, toujours la preuve d'un esprit distingué et travailleur qui se tient au courant des progrès de la science. Ils montrent également une loyauté et une indépendance de caractère qui honorent l'homme dont les opinions se modifient d'après des motifs purement scientifiques (1).

Pour qu'un historien offre quelques résultats utiles, il faut qu'on puisse compter sur son impartialité. Mais cette impartialité ne consiste pas à mettre au même niveau les opinions des deux partis qui ont discuté ensemble, en annulant son propre avis et

(1) Je ne voudrais pas qu'on prît ces réflexions pour une critique indirecte de la conduite des hommes qui n'ont point modifié leur manière de voir. On en trouve dans les deux partis, et il est trop évident que les profondes convictions sont trop respectables pour qu'il soit nécessaire d'en parler.

son jugement. Non, j'ai toujours eu une opinion arrêtée dans ce débat, et je me soucie peu de la cacher. Mais l'impartialité consiste à faire connaître parmi les arguments de ses adversaires ceux qu'ils ont cru être les plus puissants et les plus décisifs en faveur de leur opinion. C'est ce que je me suis efforcé de faire. Le nombre considérable des citations que j'ai introduites dans cette histoire est un gage de cette impartialité, dont on trouvera, j'espère, les preuves dans l'ensemble du travail.

1796 à 1827. — Si, durant les années qui précèdent le siècle où nous sommes, il y eut des idées saines sur certains points de l'histoire de la terre, si quelques savants, à l'esprit juste et clairvoyant, firent des conquêtes réelles et solides sur l'incurie qui les entravait, il y avait dans la science bon nombre de points qui étaient obscurs et sur lesquels nous sommes surpris de voir des hommes éminents plongés dans une grande incertitude.

L'histoire des combustibles fossiles nous en offre un exemple. Haüy, le célèbre Haüy (1), et Playfair (2), dont les noms ont laissé de grandes traces dans la science, regardaient l'anthracite comme ayant été formée antérieurement aux animaux et aux végétaux. Cependant de Saussure, en 1796, en avait parlé d'une manière qui ne laisse pas de doutes sur l'origine végétale qu'il lui attribuait (3). Brochant de Villiers nous apprend que Dolomieu (4) disait que l'anthracite « se trouvait en couches ou en filons » dans des schistes micacés qu'il regardait comme primitifs ».

En 1800, Bertrand décide, après mûr examen, que l'anthracite est un minéral. Mais, en 1803, Héricart de Thury prouve qu'elle a été formée par la destruction des êtres organisés; puis elle fut classée dans le terrain de transition par Brochant de Villiers, et ce savant chercha à montrer que les terrains des Alpes ne faisaient pas exception aux terrains des autres régions.

Buckland ne sut pas reconnaître le terrain houiller dans les Alpes, tandis que son compatriote Bakevell reconnaît, en 1823, le terrain houiller dans le terrain anthracifère, le terrain triasique dans les gypses et le lias dans les calcaires et les schistes à Bélemnites.

1828 à 1857. — On en était là, lorsque M. Élie de Beaumont découvrit en 1828 la localité de Petit-Cœur, dans laquelle on voit

(1) *Journ. des mines*, 1796-1797, t. V.

(2) En 1802. *Hutton*, trad. par Basset, p. 58.

(3) *Voyages*, p. 2324, n° 33 et suivants.

(4) *Journ. des mines*, 1808, t. XXXIII, p. 344.

une couche de végétaux fossiles du terrain houiller placée entre deux couches à Bélemnites. Il conclut qu'il n'y a pas dans les Alpes de couches plus anciennes que celles à Bélemnites et que la formation qui renfermait l'association de ces animaux et des végétaux fossiles présentait une épaisseur de 2000 mètres.

Pendant plusieurs années ces idées ne furent pas combattues. Elles trouvèrent des adeptes dans MM. de la Bèche, Sternberg, Bertrand-Geslin, de Montalembert, S. Gras, Sismonda, Hamilton, etc. M. Voltz est le premier qui réagit contre elles en faisant comprendre que la disposition indiquée par M. Élie de Beaumont pouvait être expliquée par des contournements. Quelques années plus tard, je développai la même idée sans avoir eu connaissance du travail de M. Voltz. M. Gueymard se joignit à ce dernier. En Angleterre, sir Charles Lyell disait aux savants qui admettaient la contemporanéité des Bélemnites et des végétaux houillers : « Je le crois parce que c'est vous qui l'avez vu; mais si je l'eusse vu moi-même, je ne le croirais pas. »

On discutait cette question dans toutes les Sociétés savantes : à la Société géologique réunie à Grenoble en 1840, au congrès de Turin la même année, à la Société géologique rassemblée à Chambéry en 1844, au congrès de Gênes, etc., et pendant plusieurs années nous voyons bon nombre de savants lutter dans un cercle dont les limites n'ont été franchies que bien rarement.

La découverte du riche gisement des fossiles liasiques du col des Encombres ne put éclairer ceux qui n'admettaient pas la présence du terrain houiller, pas plus que les déterminations des végétaux fossiles si bien faites par MM. Ad. Brongniart, Bunbury et Heer. Cependant un des travaux de ce dernier fit pénétrer la persuasion dans l'esprit de Léopol^d de Buch, qui de ce moment crut à la présence du terrain houiller dans les Alpes. En 1857, un savant distingué publia son premier mémoire sur ce sujet. M. Lory adopta l'idée de la présence du terrain houiller dans son *Esquisse géologique du Dauphiné*, qui fut suivie peu après par un grand ouvrage sur le même sujet. Les savants qui refusaient d'adopter cette idée furent peu à peu conduits à ranger dans la même formation le terrain houiller, le terrain jurassique, le terrain nummulitique et même les mollasses tertiaires.

Dans cette période nous trouvons beaucoup de bons travaux, mais nous ne voyons aucune observation très-décisive.

1858 à 1860. — En 1858 une idée nouvelle se fait jour pour la géologie des Alpes occidentales. C'est celle de la présence de l'infra-lias et du terrain triasique. La présence de ces deux ter-

rains créait entre le lias et le terrain houiller une séparation telle, qu'on ne pouvait plus admettre qu'ils fissent partie d'un même terrain. On trouva même le trias à Petit-Cœur, en sorte que cette localité ne peut plus être invoquée en faveur de l'union du lias et du terrain houiller, et que le champ de bataille de cette querelle singulière fut transporté en Maurienne.

1860 à 1863. — La cause de ce changement se trouve dans un mémoire de M. A. Sismonda, qui décrivait la Maurienne et dans la découverte des Nummulites de Montricher faite par M. Pillet et annoncée par M. Lory. Ces fossiles ont été rencontrés dans un terrain que M. Scipion Gras classait dans le terrain anthracifère. Il devenait alors évident que sa classification devait être modifiée. La position de ces fossiles combinée avec celle du terrain houiller, du terrain triasique et du terrain jurassique, montrait qu'il y avait en Maurienne une succession régulière dans les terrains lorsqu'on admettait l'idée des contournements soutenue en premier lieu par Voltz et par d'autres. On publia plusieurs mémoires sur cette question, et un grand nombre de géologues purent examiner ensemble ce pays pendant la réunion de la Société géologique de France à Saint-Jean de Maurienne, en 1861. Cette réunion amena des résultats d'autant plus remarquables que pas un des géologues qui niaient la présence du terrain houiller ne s'y rendit ou ne publia de mémoire dans son sens. Les résultats obtenus ont été généralisés et étendus dans le Dauphiné et la Provence, et, tous les faits étant d'accord entre eux, on ne peut plus différer que sur quelques détails. Enfin, M. Heer, à qui la flore fossile de la Suisse a déjà révélé tant de secrets, publia en 1863, sur les végétaux du terrain houiller de la Suisse et de la Savoie, une notice dans laquelle il montre que pas une seule plante du terrain houiller des Alpes ne se trouve dans le lias, ni dans le trias. Un peu plus tard il trouva avec ces végétaux un insecte fossile du terrain houiller, qui est bien sans aucun doute le plus ancien des animaux qui ait vécu en Suisse et qui soit connu maintenant.

Tel est le précis de l'histoire de cette singulière discussion, dont j'ai retracé les diverses phases impartialement, j'espère. N'est-il pas curieux qu'il ait fallu trente-cinq années de lutttes et de plaidoyers pour éclaircir un point de la géologie des Alpes? En effet, les discussions ont été vives de 1828 à 1863. Ce fait est d'autant plus remarquable qu'avant cette époque la géologie de ces montagnes faisait des progrès assez semblables à celle des autres pays. Il a fallu trente-cinq ans pour ramener cette branche de la science au point où elle était en 1827; mais cette conquête, cependant, est

plus solidement établie qu'elle ne l'était alors ; on en connaît mieux tous les détails.

Les questions relatives à l'âge de la formation peuvent maintenant se résoudre dans les Alpes, aussi bien que dans les contrées voisines, et l'on ne peut plus dire que la géologie des Alpes est arriérée. C'était ce qu'en 1842 un juge très-compétent avançait, en disant que certains points de la géologie des Alpes « sont « encore plutôt des curiosités pour le géologue que des points de » repère.... parce qu'ils présentent toujours dans leur assem- » blage des anomalies avec nos connaissances paléontologiques du » reste de l'Europe » (1). On ne tiendra plus maintenant le même langage.

Durant ces trente-cinq années, cinquante géologues ont été engagés dans la discussion, et la plupart d'entre eux ont publié plusieurs mémoires. On a vu que d'un côté étaient rangés MM. Élie de Beaumont, Bertrand-Geslin, Scipion Gras, Ange Sismonda, Rozet, de Collegno, Hamilton, etc. De l'autre étaient placés MM. Bakewell, Voltz, Gueymard, Horner, Murchison, Lyell, Ewald, Miehelin, Léopold de Buch, Pareto, Bunbury, Schlagintweit, d'Orbigny, Albin Gras, Lory, d'Archiac, Hébert, Triger, Pillet, Vallet, de Mortillet, Baudinot, etc., ainsi que tous les géologues suisses qui se sont occupés de cette question, savoir MM. Studer, Echer de la Linth, Heer, Lardy, Morlot, etc.

Pourquoi tant de savants se sont-ils occupés de cette question ? C'est qu'ils n'y voyaient pas seulement la détermination plus ou moins exacte de quelques terrains. Il y avait plus que cela dans la question de Petit-Cœur et dans celle de l'âge du terrain anthracifère. On discutait pour savoir s'il y avait dans les Alpes un terrain exceptionnel, différent de ce qui était connu dans le reste du monde ; et, si on était arrivé à démontrer la présence d'une formation spéciale dans ces montagnes, on aurait été disposé à admettre des formations exceptionnelles dans chacune des grandes chaînes. On ne peut calculer qu'elles auraient été les conséquences d'un pareil résultat.

On discutait encore une question paléontologique d'une haute importance, relative à la durée des faunes et des flores. Si elle avait reçu une solution différente de celle qui a terminé la discussion, elle aurait profondément modifié la paléontologie. En effet, s'il avait été reconnu que les végétaux houillers vivaient

(1) Boué, *Bull. Soc. géol. de France*, 1^{re} sér., 1842, t. XIII, p. 136.

encore à l'époque du lias, la botanique fossile pouvait conserver de l'intérêt, mais ne pouvait plus servir à caractériser un terrain.

On discutait encore une question de stratigraphie qui avait une importance générale, celle des contournements.

Tels étaient les intérêts qui se sont débattus à Petit-Cœur en Tarantaise et en Maurienne. Ils touchaient aux bases de la science.

On a dit que l'illustre Werner avait pensé que le monde était fait sur le modèle de la Saxe; mais ce reproche n'a pas été assez grave pour empêcher son nom d'être rangé parmi ceux des savants les plus célèbres du siècle dernier; ne serait-on pas en droit de dire que les géologues qui ne voulaient pas reconnaître la présence du terrain houiller dans les Alpes, ont pensé que cette chaîne était faite sur le modèle de Petit-Cœur?

M. Chaper présente un échantillon de sulfate de strontiane trouvé entre deux couches d'argile sur une étendue considérable dans le lias de Mézières.

Séance du 5 décembre 1864.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, in-4, novembre 1864.

De la part du comité de la paléontologie française, in-8, *Terrain crétacé*, livr. 17, t. VIII; *Zoophytes*, par M. de Fromentel, texte, f. 13 à 15; Atlas, pl. 49 à 60, Paris, 1863; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. G. de Mortillet, *Géologie des environs de Rome*, in-8, 9 p., Milan, 1864; chez Bernardoni.

De la part de M. C. Malaise :

1° *Sur l'existence en Belgique de nouveaux gîtes fossilifères à faune silurienne*, in-8, 8 p....

2° *Note sur le terrain crétacé de Lonzée*, in-8, 8 p....

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, in-4, 1864, 2° sem., t. LIX, n°s 21 et 22.

Bulletin de la Société de géographie, octobre 1864, in-8.

Bulletin de la Société botanique de France, in-8, t. XI. 1864. — *Revue bibliographique*, D.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture, in-8, t. XIX, n° 11.

L'Institut, in-4, n°s 1612 et 1613, 1864.

Réforme agricole, in-4, novembre 1864.

Société imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — *Revue agricole*, in-8, septembre 1864.

Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne, in-8, année 1864, 2° et 3° trimestres.

The Athenæum, in-4, n°s 1935 et 1936, 1864.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, in-8, octobre 1864.

Revista minera, in-8, 1^{er} décembre 1864.

M. le Président fait part à la Société de la mort de deux de ses membres, M. Bouchard-Chantereaux et M. Sébastien Wisse. Ce dernier dirigeait de grands travaux d'exploitation à Quito. Déjà, d'un premier voyage dans les Andes, il avait rapporté de nombreuses observations, dont une partie se trouve consignée dans le *Bulletin* de la Société, et des collections précieuses pour la science, qui ont enrichi les galeries du Muséum et qui témoignent du soin avec lequel il explorait ces contrées classiques.

M. Danglure offre à la Société, au nom du comité de la paléontologie française, la cinquième livraison des *Zoophytes crétacés* de M. de Fromentel.

M. d'Omalus d'Halloz présente, de la part de M. Malaise, professeur à l'établissement agricole de Gembloux, deux

notices, dont l'une contient la description d'un petit lambeau crétacé situé à Loncée entre le grand massif crétacé du bassin de Paris et celui de Maestricht. La seconde annonce la découverte de nouveaux fossiles dans le massif primaire du Brabant.

La Société se rappellera, dit M. d'Omalus, qu'il y a déjà plusieurs années l'on avait trouvé à Grand-Manil, près de Gembloux, quelques fossiles dont le mauvais état de conservation rendait la détermination fort difficile, de sorte qu'ils avaient donné lieu à beaucoup de discussions, à la suite desquelles MM. Barrande, Gosselet et de Verneuil ont fait voir que ces fossiles appartenaient à la faune silurienne, et non, comme on l'avait cru auparavant, à la faune dévonienne.

« Les découvertes de M. Malaise confirment entièrement les opinions des savants confrères que je viens de citer et prouvent, en outre, qu'il existe une bande à faune silurienne qui s'étend tout le long du massif primaire du Brabant. Il est à désirer maintenant que de nouvelles recherches puissent nous éclairer sur le classement de la partie septentrionale du massif, que des considérations stratigraphiques avaient porté Dumont à considérer comme plus ancienne que la bande méridionale, mais où l'on n'a pas encore trouvé de fossiles. »

M. d'Omalus d'Halloy présente également, de la part de M. Ed. Dupont, une notice sur le *calcaire carbonifère des environs de Dinant-sur-Meuse*. « La Société, dit-il, se rappellera que ce jeune géologue lui a communiqué en 1863 (*Bull.*, t. XX, p. 405) un mémoire annonçant qu'il avait reconnu que le calcaire carbonifère de la Belgique et du Hainaut français se compose de six assises successives qui se distinguent par leurs caractères paléontologiques et minéralogiques. Une manière de voir aussi différente de celle qui avait été admise jusqu'alors devait naturellement appeler l'attention de la Société lors de sa réunion à Liège, et, guidée par M. Dupont, elle a exploré la vallée de la Meuse de Namur à Givet; mais si cette exploration, nécessairement fort rapide, a paru à quelques membres suffisante pour justifier les opinions de M. Dupont, d'autres ont dit que l'inspection d'une seule vallée ne suffisait pas pour démontrer l'existence des lacunes et des failles auxquelles M. Dupont

est obligé de recourir pour faire coïncider les faits observés avec les divisions qu'il a établies, mais qu'il fallait voir la manière dont ces divers accidents se prolongent dans l'intérieur des plateaux, afin d'être à même de juger si l'auteur ne s'était pas laissé séduire par les apparences d'une simple coupe.

» Il n'y avait qu'un seul moyen de répondre à cette objection, c'était d'étudier l'ensemble de l'un des principaux massifs, d'en dresser la carte géognostique et de l'accompagner de nombreuses coupes destinées à expliquer comment des assises, plus ou moins éloignées dans l'ordre chronologique, se trouvent à chaque instant mises en contact. Tel est le travail que M. Dupont s'est imposé pour le massif de Falmignoul, le seul dans le bassin carbonifère d'entre l'Escaut et la Roer où l'auteur a, jusqu'à présent, reconnu l'existence simultanée de ses six assises, et qui fait le sujet de sa notice.

» Je n'ai point vérifié l'exactitude de ce travail; il faudrait pour atteindre ce but des recherches qui sont au-dessus de mes facultés actuelles; mais je crois pouvoir dire à la Société qu'il a toutes les apparences d'une œuvre sérieuse, et que les objections que l'on a faites contre les opinions de M. Dupont ne leur ont, selon moi, porté jusqu'à présent, aucune atteinte. »

M. Goubert communique à la Société le fragment d'une lettre de M. de Rochebrune, dans laquelle ce géologue annonce qu'il a découvert à quelques kilomètres d'Angoulême, sur un plateau élevé, un immense atelier de silex taillés, identiques en tout point avec celui découvert par M. le docteur Lèveillé au Grand-Pressigny (Indre et Loire).

M. Alf. Caillaux, vice-secrétaire, donne lecture de la lettre suivante de M. l'abbé Rusconi :

Monticelli, près de Rome, 19 novembre 1864.

Monsieur le Président,

J'ai l'honneur de vous annoncer qu'après six années d'études, j'ai trouvé le moyen de démontrer que les tufs volcaniques de la campagne romaine sont atmosphériques et non sous-marins, qua-

ternares et non tertiaires. Des faits incontestables m'ont dévoilé, le 11 novembre courant, cette grande vérité géologique, et l'on pourra désormais expliquer plus facilement la formation d'un grand nombre de sédiments quaternaires. Ces faits seront publiés dans les premiers jours de l'année prochaine. M. de Verneuil sait déjà que dès le principe de mes études sur les tufs volcaniques, en septembre 1858, l'absence totale de fossiles marins dans ces tufs, ainsi que leur séparation distincte des couches pliocènes, me donnait lieu de douter de leur origine sous-marine.

Cette découverte transforme une partie de notre histoire quaternaire; elle nous fait voir que le temps qui s'est écoulé depuis le retrait de la mer pliocène est notablement prolongé, et que l'apparition de l'homme, dont j'ai découvert les traces dans les travertins rouges de la *lacuna tiburtina*, date d'une époque beaucoup plus rapprochée de nous qu'on ne l'avait supposé jusqu'ici.

Veuillez accueillir cette nouvelle avec bienveillance et agréer...

M. de Mortillet ajoute qu'il faut distinguer dans les dépôts volcaniques deux époques. L'une date de la fin de la période pliocène; elle est due à l'existence de volcans sous-marins. La seconde époque, plus récente, se composait de volcans à l'air libre. Quant aux travertins, qui contiennent des ossements humains associés aux hyènes, aux ours, etc., ils appartiennent à la fin de la période quaternaire.

M. Hardouin envoie à la Société une notice sur le massif schisteux du nord de la province de Constantine.

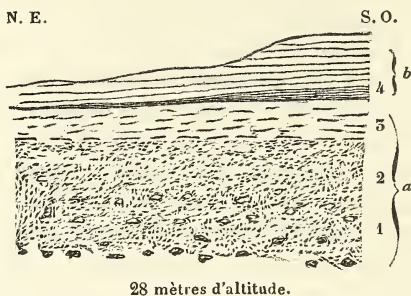
Le Secrétaire donne lecture du mémoire suivant, de M. N. de Mercey :

Note sur les éléments du terrain quaternaire aux environs de Paris, et spécialement dans le bassin de la Somme; par M. N. de Mercey.

Environs de Paris.

Il y a entre les dépôts quaternaires de Paris et ceux de la vallée de la Somme des analogies qui ont été remarquées par tous les observateurs. Que l'on me permette donc de commencer par un coup d'œil jeté rapidement sur les environs de Paris.

Je prends un des points les plus connus : la sablière du chemin de fer d'Orléans ouverte rue du Chevaleret, sur le flanc du coteau de la Gare.



- b* — Alluvion ancienne de M. d'Archiac. { 5 — Limon ou loess.
4 — Diluvium rouge.
- a* — Diluvium gris ou diluvium à cailloux { 3 — Sable marneux.
roulés. { 2 — Sable fin.
1 — Sable et cailloux roulés.

Les bancs diluviens reposent en ce point sur le calcaire grossier.

A partir de la base on rencontre d'abord une masse épaisse de plusieurs mètres et composée de lits de cailloux roulés nageant dans du gravier. Ces cailloux offrent des échantillons de tous les terrains traversés par la Seine et par ses affluents depuis le granite jusqu'aux formations tertiaires.

L'explication ingénieuse (1) donnée par M. Belgrand de l'alternance des lits de cailloux roulés et des lits de gravier ou de sable s'applique peut-être aux détails du dépôt; mais d'une manière générale les sédiments paraissent s'être déposés par ordre de grossueur. Ainsi les très-gros blocs ne se trouvent que dans les premiers bancs.

Bientôt les cailloux, puis le gravier, sont remplacés par du sable quelquefois assez pur. Ce sable se lie à des bancs devenus très-marneux et où le calcaire est par endroits assez abondant pour former des concrétions géodiques de marnolithe. Ces sables purs ou marneux renferment souvent de nombreuses coquilles fluviatiles et terrestres.

Toute cette masse de sables et de cailloux est généralement

(1) *Bull.*, 2^e sér., t. XXI, p. 476.

dépourvue de coloration, sauf quelques lits très-minces et très-peu étendus colorés en noir par l'oxyde de manganèse.

Cet ensemble constitue un dépôt effectué sans interruption sous les eaux d'un vaste fleuve et caractérisé par la présence d'espèces éteintes de mammifères, éléphant, rhinocéros, etc., et de quelques espèces vivantes, cheval, etc.

Quelques silex, rares débris de l'industrie humaine, ont été trouvés dans ce dépôt erratique bien connu sous le nom de *diluvium gris* ou de *diluvium à cailloux roulés*.

Souvent on passe, sans pouvoir saisir la séparation, du sable à un limon jaunâtre renfermant des concrétions géodiques de marnolithe, et où l'on rencontre quelquefois des coquilles principalement terrestres. Ce limon a été depuis longtemps appelé *loess* (1).

La séparation est surtout difficile à établir lorsque le limon recouvre directement les sables du *diluvium à cailloux roulés*. Il est alors très-sableux à sa base ; mais il renferme presque toujours des silex brisés à cassure vive que l'on ne rencontre jamais dans le *diluvium inférieur*.

En s'écartant suffisamment du fond de la vallée, on trouve souvent, entre le *diluvium gris* le plus supérieur et le *loess*, un lit rougeâtre qui commence par un filet irrégulier et finit, par exemple dans cette sablière, par atteindre 0^m,80. Ce lit est composé de limon argileux rougeâtre et de cailloux brisés et non roulés disposés par amas. C'est là un des aspects du *diluvium rouge*.

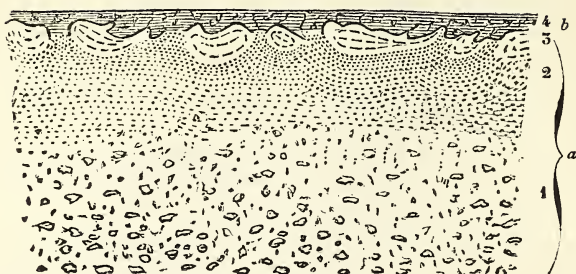
On le retrouve dans la même position rue du Chevaleret n° 11, dans la partie de la sablière contiguë au chemin de fer d'Orléans, dans la tranchée ouverte par le chemin de fer de ceinture à travers le coteau de la Gare, dont je parlerai plus bas, et entre la rue du Pont-Neuf et la route de Villejuif, à Gentilly.

Le même dépôt se retrouve partout dans la plaine de Grenelle ; mais il n'est pas recouvert par le *loess*, comme on peut le voir dans la coupe ci-contre prise rue Pérignon, n° 16.

(1) En employant le nom de *loess* appliqué à un dépôt bien connu aux environs de Paris, et que l'on retrouve en Picardie, comme j'essayerai de le démontrer, je m'abstiendrai de toute comparaison avec ce que l'on a appelé *loess* dans les vallées du Rhin, de la Neckar, du Danube (voy. Lyell, *Ancienneté de l'homme*, p. 340).

O.

E



26 mètres d'altitude.

Échelle des longueurs et des hauteurs, 1/200.

Voyez pour la légende la coupe de la page 70.

La partie supérieure du diluvium gris, constituée par le sable marneux, est ravinée par le diluvium rouge, et le sable fin inférieur au sable marneux est comme aspiré.

O. O. S.

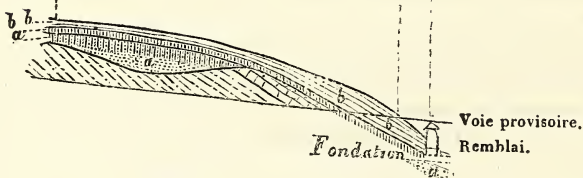
Rue
du Château-
des-rentiers.

62 mètres.

E. E. N.

Pont
de la rue
Jeanne d'Arc.

41 mètres.



Niveau de la mer.....

Échelle des longueurs, 1/8000. — Échelle des hauteurs, 1/2000.

b — Alluvion ancienne

	Limou ou lœss.
	Diluvium rouge.

a — Diluvium à cailloux roulés, pénétré par le limon rouge,

pur.

Calcaire de Saint-Ouen et sable
de Beauchamp



A une petite distance de la sablière de la rue du Chevaleret dont j'ai donné la coupe, on vient de construire un pont pour le passage du chemin de fer de ceinture au-dessus de la rue Jeanne d'Arc (1). Les fondations de ce pont ont été établies sur le diluvium gris. La nature des travaux ne m'a pas permis de voir si l'on avait rencontré entre ce dépôt et le loess le diluvium rouge, probablement fort mince en ce point, s'il y existe.

Ce pont succède à un remblai nécessité par la traversée de la vallée et s'adosse au coteau de la Gare que le chemin de fer entame aussitôt par une tranchée qui se prolonge jusqu'à la rue du Château-des-rentiers. Cette tranchée commence en plein loess. Il est facile de constater la continuité de ce dépôt avec le loess de la rue du Chevaleret, dont la partie entaillée le plus supérieurement par l'exploitation est à peu près à la même altitude.

Au commencement de la tranchée le limon est un peu sableux et présente une stratification obscure, mais suffisante pour reconnaître une inclinaison marquée de ce dépôt vers la vallée.

En continuant de s'avancer on voit le limon prendre une coloration noirâtre qui est très-prononcée sur un espace assez considérable.

Bientôt on voit apparaître au niveau de la voie la base des calcaires de Saint-Ouen, puis les sables de Beauchamp, dont le plongement vers la vallée est aussi très-apparent.

On peut suivre alors jusqu'à la rue du Château-des-rentiers sous le loess un lit rougeâtre où abondent les silex brisés (*Diluvium rouge*). Ce lit prend plus loin une coloration blanchâtre visible à distance. Cet aspect est dû à une grande abondance de calcaire qui, après avoir été dissous par les eaux filtrant à travers le loess, s'est trouvé retenu par un limon argileux, rouge, peu perméable, dont je vais parler.

Ce limon d'un rouge vif est très-apparent depuis le point où émergent les calcaires de Saint-Ouen. La coupe de ces calcaires et des sables présente les sections de nombreuses poches dans lesquelles il a pénétré.

On aperçoit bientôt une dépression profonde et étendue que de loin ce limon paraît remplir entièrement; mais, en approchant, on voit que la masse de sable et de cailloux roulés, qui occupe cette dépression creusée dans les sables de Beauchamp, est simplement souillée et pénétrée très-inégalement par ce limon rouge. Les

(1) Voyez la coupe ci-contre.

parties les plus profondes de ce dépôt sont dépourvues de toute coloration.

Ce dépôt de sable et de cailloux roulés, dont l'altitude dépasse 55 mètres, ne diffère de celui de la rue du Chevaleret à l'altitude de 35 mètres, que par la coloration des parties supérieures de sa masse. La théorie de M. Belgrand (1) rend parfaitement compte de l'aspect particulier de ce dépôt à travers lequel le limon rouge a pénétré par filtration irrégulièrement et sans atteindre les parties les plus profondes.

Quant à l'époque de laquelle date la pénétration de ce limon, on voit qu'elle ne peut qu'être soit un peu antérieure, soit contemporaine de celle où le diluvium à cailloux roulés du bord de la vallée et les formations tertiaires des coteaux étaient si curieusement attaquées et recouvertes par ce que l'on doit appeler le *diluvium rouge*, en maintenant avec M. Hébert cette dénomination (2); mais toutefois sans l'appliquer à tout ce que M. Charles d'Orbigny a le premier appelé ainsi.

La position de dépôts tels que celui qui nous occupe sur les coteaux et la perméabilité des masses de cailloux roulés qui les composent en favorisaient l'imbibition par une forte proportion de limon, tandis qu'à la surface des formations tertiaires les cavités étaient seules remplies, et que sur le bord des vallées le diluvium à cailloux roulés ne recevait que des traces superficielles.

Le dépôt rougeâtre argilo-caillouteux qui remplit les poches creusées dans le calcaire grossier supérieur exploité entre la route d'Ivry et celle de Villejuif, sur le plateau qui s'étend entre le coteau de la Gare et la Maison-Blanche, est à bon droit donné par M. Hébert comme un des types du diluvium rouge (3). Il paraît se relier à l'ouest avec le diluvium rouge qui, entre la route de Villejuif et la rue du Pont-Neuf, est intercalé entre le diluvium gris supérieur et le loess. Vers l'est il rejoint le diluvium de la tranchée du chemin de fer de ceinture.

Je n'ai pas vu les limites auxquelles s'arrête dans cette direction le diluvium à cailloux roulés coloré en rouge postérieurement à son dépôt. Je crois que tout en s'élevant à près de 60 mètres vers la rue du Château-des-rentiers, dans le voisinage de la partie culminante du plateau, il ne doit pas tarder à s'arrêter contre le

(1) *Loc. cit.*, p. 177 et suiv.

(2) *Loc. cit.*, p. 181.

(3) *Bull.*, 2^e sér., t. XXI, p. 64.

calcaire grossier raviné, comme je l'ai dit plus haut, et recouvert par le véritable diluvium rouge.

Le diluvium à cailloux roulés de la tranchée du chemin de fer ne paraît pas occuper une position isolée ou se relier au diluvium de même nature de l'église de Notre-Dame de la Gare; mais il paraît rejoindre, à travers les fortifications, le diluvium à cailloux roulés de la vallée.

Ces dépôts supérieurs de cailloux roulés ne sont peut-être pas disposés par terrasses, mais occupent plutôt des dépressions communiquant sans solution de continuité avec la vallée et que souvent n'accuse pas le relief actuel du sol dû à un phénomène postérieur au dépôt de l'alluvion ancienne. On verra que cette disposition semble se retrouver en Picardie où paraissent exister des dépôts de même ordre.

Résumé. — Je tenterai d'expliquer au moyen des considérations suivantes les variations que présentent les sédiments constitutifs du terrain quaternaire aux environs de Paris.

A. — Période du *diluvium gris* ou *diluvium à cailloux roulés*.

1^o Premiers dépôts de sable et de cailloux roulés avec gros blocs erratiques (entre le coteau de la Gare et le plateau de la Maison-Blanche).

Continuation du dépôt des bancs de cailloux roulés à des niveaux moins élevés.

2^o Dépôt au fond de la vallée et à la base des coteaux de sable fin, puis de sable marneux, avec coquilles fluviatiles et terrestres.

Les sédiments caillouteux et arénacés dominent presque exclusivement, surtout au commencement de cette période, à la fin de laquelle les eaux du vaste fleuve qui les charriait avaient considérablement diminué en étendue et en vitesse.

B. — Période de l'*alluvion ancienne* (1).

1^o *Diluvium rouge*. — Des eaux, qui paraissent s'être étendues sur de vastes surfaces à une époque où les phénomènes glaciaires (2) avaient repris une grande extension sur le continent européen, sou-

(1) De M. d'Archiac.

(2) M. Hébert, en attribuant cette inondation à des eaux marines, admet que l'on puisse recourir aux glaces flottantes pour expliquer le charriage d'une partie des matériaux. Ces glaces seraient venues du Nord; car ses observations, comme celles de M. d'Archiac, donnent aux courants qui ont déposé l'alluvion ancienne la direction N. E. à S. O. (voy. *loc cit.*, p. 67). Je rappellerai aussi que l'on a trouvé à Montrouge en creusant un puits, probablement dans le diluvium rouge, un fragment du crâne d'un carnassier amphibie de la famille des

mis en même temps à des oscillations considérables au-dessus et au-dessous du niveau de la mer, déposent du limon argileux rouge qui pénètre par filtration à travers les bancs les plus élevés du diluvium à cailloux roulés (entre le coteau de la Gare et le plateau de la Maison-Blanche).

Les eaux ravinent la surface des lits marneux les plus récents du diluvium à cailloux roulés déposé sur le bord de la vallée et attaquent les formations tertiaires constituant certains coteaux. Les poches creusées par les eaux sont remplies de limon argileux rouge avec cailloux brisés et non roulés. Ce dépôt disparaît vers le fond de la vallée qui devait dans le cas d'une vaste inondation, même marine, et surtout lors du retrait des eaux, être parcouru par un courant plus ou moins rapide.

2° *Loess*.— Des eaux, sinon exclusivement marines, du moins en rapport avec le réservoir général des eaux à une époque où la mer pénétrait dans cette région par toutes les vallées, laissent déposer un limon appelé *loess* et s'étendant indistinctement sur les dépôts précédents et sur les formations tertiaires, depuis les plateaux jusque sur le bord des vallées, où seulement il contient des débris organiques (1).

Pendant cette période il ne s'est déposé que des sédiments limoneux tenant en suspension, surtout au commencement, des cailloux brisés et non roulés.

La coloration rouge du limon, due probablement au lavage de l'argile à silex des bords du bassin et aussi des assises tertiaires supérieures, les effets bizarres produits par l'action des eaux au commencement de cette période, méritent une mention spéciale sous le nom de *diluvium rouge*.

Le nom de *loess* s'applique au limon, jaune par lequel se terminent les sédiments de cette seconde période dont M. d'Archiac a le premier reconnu l'importance, et à laquelle il a donné dans le nord de la France le nom d'*alluvion ancienne*.

L'altitude atteinte par les dépôts de cette période et surtout par le *loess*, la manière uniforme dont ils recouvrent le diluvium à cailloux roulés et les terrains tertiaires, les vastes surfaces qu'ils occupent, enfin les relations qui paraîtraient, d'après M. Hébert, exister entre leur formation et un envahissement puis un retrait

Morses, décrit en 1858 par Gratiolet sous le nom d'*Odobenotherium Lartetianum*.

(1) Voyez la note de M. Hébert, *loc. cit.*, p. 62 et suiv. et plus loin, p. 84.

graduel d'eaux en rapport plus ou moins immédiat avec la mer, constituent un ensemble de caractères qui séparent de la face la plus tranchée l'*alluvion ancienne* du *diluvium à cailloux roulés*.

Bassin de la Somme (1).

La nature minéralogique des matériaux erratiques du diluvium à cailloux roulés de la vallée de la Somme, tous empruntés aux roches de ce bassin, annonce que les eaux qui les charriaient devaient suivre le même cours que les eaux actuelles de la Somme et ses affluents, tels que l'Avre et la Selle. La forme du bassin devait donc, antérieurement à l'immense inondation qui a recouvert tout le nord de la France du dépôt de l'alluvion ancienne en indépendance à l'égard des cours d'eau actuels, ressembler beaucoup à celle qu'il présente aujourd'hui.

Comme j'ai déjà eu occasion de le faire remarquer (2) la con-

(1) On a pu voir dans les lignes précédentes que je place le *loess* au-dessus du *diluvium rouge*, tandis que dans un autre travail (*Bull.*, 2^e sér., t. XXI, p. 42 et suiv.) je l'avais placé au-dessous. Voici l'explication de ce changement. La partie la plus récente du diluvium gris est constituée à Paris par un dépôt calcaréo-sableux avec concrétions de marnolithe et coquilles fluviatiles et terrestres. Le même dépôt existe dans la vallée de la Somme. Il est très-marneux et renferme beaucoup de coquilles terrestres. C'est ce dépôt que j'ai appelé *loess*, comme antérieurement M. Prestwich et comme M. Lyell dans la coupe de Menchecourt figurée à la page 426 de son livre sur l'ancienneté de l'homme (voy. ci-dessus la note de la page 71). M. Hébert, après avoir admis la postériorité du diluvium rouge au loess en Picardie, avait depuis déclaré, à la suite de ma communication, que ce prétendu loess lui paraissait se rapprocher beaucoup de ce qui à Paris constitue la partie supérieure du diluvium gris. Ce que je viens de dire n'est que la constatation de l'exactitude de cette observation; j'ajouterai que la coupe donnée par M. Hébert (*loc. cit.*, p. 63) représente très-fidèlement l'aspect du terrain de Saint-Acheul. J'appellerai seulement *loess*, comme du reste l'avaient déjà appelé M. Hébert lui-même et M. Gaudry ainsi que M. Buteux, ce qui dans cette coupe, comme dans celles de M. Prestwich et d'autres coupes de M. Buteux, est appelé *terre à briques*. J'avais cru que cette terre à briques faisait partie du diluvium rouge.

L'explication de ce malentendu me fournira aussi l'occasion de faire cesser la contradiction où je me trouvais avec M. Buteux, ainsi qu'avec MM. d'Archiac et de Verneuil relativement au limon des plateaux qui paraît se relier à cette terre à briques, c'est-à-dire au véritable loess.

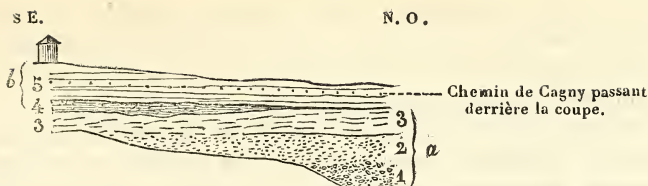
(2) Voy. *Bull.*, 2^e sér., t. XX, p. 640.

figuration de ce bassin en forme d'ellipse, orientée suivant la direction de l'est 40 degrés S. à l'ouest 40 degrés N., paraît due à l'influence de plissements de la craie annoncés par les données paléontologiques et par suite desquels l'Avre jusqu'à son confluent avec la Somme, et cette dernière rivière depuis ce point jusqu'à son embouchure, couleraient au fond d'une vallée synclinale, ou, si l'on veut, d'un fossé large et très-peu profond dont l'un des bords serait indiqué au nord par la ligne de partage des eaux de la Manche et de la mer du Nord depuis le Catelet jusqu'à l'origine de la vallée de l'Authie, puis par cette vallée anticlinale jusqu'à la mer ; l'autre bord suivrait la ligne de partage des eaux de la Somme et de l'Oise depuis l'est de Saint-Just jusqu'à la vallée de la Bresle, puis cette vallée anticlinale jusqu'à la mer.

On peut donc s'attendre à rencontrer dans la direction suivie par l'Avre, puis par la Somme, depuis qu'elle a reçu cette rivière jusqu'à la mer, les restes les plus étendus du diluvium à cailloux roulés déposé seulement dans les vallées parcourues par de vastes courants.

Le premier dépôt en amont d'Amiens que son importance ait fait connaître est celui que l'on rencontre entre le confluent de la Luce et de l'Avre, à Boves, près de la station du chemin de fer. Ce dépôt, dont la base est à environ 37 mètres d'altitude et qui peut atteindre 7 mètres d'épaisseur, se compose de silex roulés avec fragments de craie souvent considérables et surtout abondants dans l'exploitation ouverte sur le bord de la route de Moreuil en face du chemin de Fouen-Camps. Les cailloux sont un peu moins gros dans les lits supérieurs et alternent avec du gravier et même du sable quelquefois exclusivement calcaire. Quelques lits présentent par places une coloration ferrugineuse ; d'autres ont reçu une couleur noire due à l'oxyde de manganèse. Ce dépôt n'est constitué que par la base du diluvium à cailloux roulés, et il paraît recouvert par l'alluvion ancienne composée du diluvium rouge et du loess.

Il faut arriver au confluent de l'Avre et de la Somme pour trouver des dépôts bien développés et qui puissent servir de types. On sait que les célèbres exploitations de Saint-Acheul sont placées un peu en aval de ce confluent.



Échelle des longueurs, 1/1600. — Échelle des hauteurs, 1/400.

- | | | |
|--|---|---------------------------------------|
| b — Alluvion ancienne. | { | 5 — Limon ou loess (terre à briques). |
| | | 4 — Diluvium rouge. |
| a — Diluvium gris ou diluvium à cailloux roulés. | { | 3 — Sable gras. |
| | | 2 — Sable aigre. |
| | | 1 — Sable et cailloux roulés. |

La coupe ci-dessus est prise à Saint-Acheul, sur le point des exploitations le plus rapproché du chemin de Cagny qui passe à quelques mètres derrière le rideau formé par le loess.

Le diluvium gris repose sur la craie. Il est composé à sa base de sable et de cailloux roulés où abondent les silex de la craie accompagnés de quelques débris des roches tertiaires traversées par la Somme et par ses affluents. On y trouve quelquefois, surtout dans les premiers lits, des blocs erratiques de grès, de dimensions assez considérables.

C'est dans ce gros gravier que l'on rencontre le plus souvent les silex taillés par l'homme en même temps que les ossements de plusieurs espèces éteintes de mammifères, éléphants, rhinocéros, et d'espèces actuelles, telles que le cheval, le bœuf, le cerf, etc. Toutes ces espèces se retrouvent dans le sable aigre et surtout dans le sable gras.

Les lits du diluvium à cailloux roulés sont beaucoup plus ondulés et tourmentés dans la vallée de la Somme qu'à Paris. M. Prestwich attribue cet aspect particulier à l'action des glaces, qui, après avoir agglutiné le sable et les cailloux et s'être empilées irrégulièrement lors de débâcles, laissaient pendant leur liquéfaction les matériaux qu'elles contenaient se déposer dans les positions les plus bizarres.

Les lits de cailloux roulés finissent par s'espacer dans le sable qui bientôt forme seul un dépôt très-pur et où l'on rencontre par places des amas de sable exclusivement calcaire. Les coquilles fluviatiles et terrestres sont abondantes dans ce sable que les ouvriers appellent *sable aigre*.

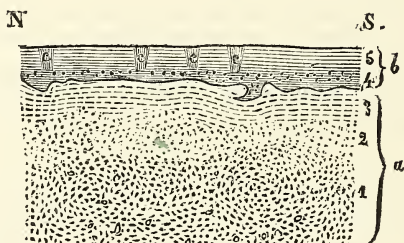
Le sable devient marneux et renferme quelquefois des rognons géodiques de marnolithe. Ce dépôt un peu jaunâtre ressemble

alors au loess avec lequel il a été confondu comme je l'ai dit plus haut. Le sable ne cesse jamais de former l'élément essentiel de ce dépôt appelé par les ouvriers *sable gras*. Les coquilles qu'il renferme sont presque toutes terrestres.

Tout ce dépôt de cailloux roulés et de sable offre, sauf quelques différences dans la nature des matériaux, un aspect presque exactement semblable à celui du *diluvium gris* de Paris.

Dans cette coupe le sable gras est raviné, sur la gauche, par une argile terreuse d'un brun rouge avec amas et lits irréguliers de silex brisés à cassure vive et à croûte blanche mélangés à des galets tertiaires. Vers la droite ce lit se réduit à un filet très-mince. C'est là le *diluvium rouge* peu développé ici, mais que l'on a l'avantage de voir recouvert par le limon jaune dit terre à briques présentant tous les caractères du *loess*.

L'argile du diluvium rouge paraît avoir pénétré vers la partie centrale des exploitations jusqu'au diluvium gris à gros éléments. Cependant il paraît impossible d'attribuer à cette origine la coloration ferrugineuse de certains lits produite probablement dans les mêmes circonstances que la coloration en noir par l'oxyde de manganèse de quelques autres lits.



Environ 34 mètres d'altitude.

Échelle des longueurs et des hauteurs, 1/400.

C — Tombes gallo-romaines.

Voyez pour le reste de la légende la coupe de la page 79.

Cette coupe est prise dans la partie centrale des exploitations. Le diluvium gris s'y montre très-bien développé. Le sable aigre renferme ici de nombreuses coquilles fluviatiles et terrestres. Ces mêmes coquilles et surtout les espèces terrestres se trouvent aussi dans le sable gras qui contient beaucoup de rognons géodiques de marnolithe. Je dois à M. Deshayes la détermination des espèces

suivantes trouvées ici ainsi que celle des espèces des autres gisements dont j'aurai à parler.

Helix plebeium, Drap.

Succinea putris, Linn.

Bithynia tentaculata, Linn.

Limnæa palustris, Linn.

Limnæa ovata, Drap.

Valvata tentaculata, Drap.

Ancylus fluviatilis, Muller.

Le diluvium rouge pénètre dans le sable gras par de profonds sillons et se sépare des dépôts sous-jacents de la façon la plus tranchée. Il est très-argileux à sa base et souille le sable gras à son contact; les silex brisés et les galets tertiaires y sont disposés par amas et par lits irréguliers à la partie supérieure où ils forment une bande convertie par place en une espèce de conglomérat agglutiné par du calcaire. Ce conglomérat, placé ici comme à Paris (1), paraît également dû à la filtration des eaux à travers le limon calcarifère dit *terre à briques* qui recouvre ce dépôt en concordance de sédimentation.

Cette terre à briques occupe la position du loess et appartient à ce dépôt qui présente ici une consistance argileuse et une coloration brune particulières. De petits fragments de silex brisés sont disséminés dans la masse.

Cette consistance et cette coloration paraissent dues à une plus forte proportion d'argile ferrugineuse que dans le dépôt normal, résultant peut-être de l'action filtrante des eaux superficielles qui ont dissous le calcaire retenu et apparent dans les lits caillouteux du diluvium rouge. Le voisinage du diluvium rouge est sans doute aussi pour quelque chose dans cette coloration.

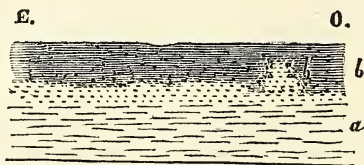
Souvent la surface du limon dans la vallée ou sur les plateaux présente, jusqu'à une profondeur de quelques décimètres à un mètre, une coloration rougeâtre uniquement due à l'humidité superficielle et à la végétation.

Le loess est très-pur et très-bien développé, dans les sablières ouvertes à l'est près du chemin qui longe les jardins de Saint-Acheul.

Si l'on traverse la route d'Amiens à Boves, on rencontre à 500 mètres environ du nord des grandes exploitations de Saint-Acheul, presque contre le chemin de fer et à l'origine du premier coteau entamé par la voie ferrée depuis Amiens, une sablière dont on n'a pas, je crois, fait encore mention.

(1) Voyez page 72.

Cette sablière (1) me paraît présenter un intérêt tout particulier par les rapports qu'elle offre comme position et comme aspect avec la sablière bien connue de Menchecourt.



35 mètres d'altitude.

Échelle des longueurs et des hauteurs, 1/200.

- b* — Diluvium rouge.
- b'* — Presle crayeuse.
- a* — Sable gras du diluvium gris.

L'exploitation se fait comme à Menchecourt au moyen de trous rebouchés aussitôt. Aussi le sable aigre n'est-il visible que lorsque l'un de ces trous est suffisamment creusé. Je n'en connais pas l'épaisseur ni celle du gravier qui existe à la base (2).

A partir du sol de la sablière, on rencontre un peu plus de 2 mètres de sable gras très-pur à la base et renfermant dans sa partie supérieure quelques très-rares et très-petits fragments de silex brisés, avec granules de craie disposés par lits stratifiés.

Ce dépôt, par lequel se termine le diluvium gris, se sépare nettement du diluvium rouge argileux avec lits de silex brisés qui le recouvrent.

La base de ce dépôt est constituée vers l'ouest par un véritable diluvium crayeux appelé *presle* par les ouvriers et mieux développé à Menchecourt. Il est ici facile d'en découvrir l'origine, car à une petite distance à l'ouest apparaît la craie.

(1) Voyez le diagramme de la page 83 où elle est indiquée par la lettre *b*.

(2) On a annoncé, mais sans indications précises, l'existence de coquilles marines à Amiens. M. Buteux, page 407 de son esquisse géologique du département de la Somme, met en doute ce fait dont il serait peut-être possible, par des recherches faites dans ces graviers, de constater l'authenticité.



- + a — Gravelières de Saint-Acheul.
 + b — Sablière près le chemin de fer.

Le trait ponctué indique la limite du diluvium à cailloux roulés.
 (Carte n° 12 du Dépôt de la guerre).

Le diagramme ci-dessus montre la position occupée par le diluvium à cailloux roulés ou diluvium gris de Saint-Acheul. On voit que ce dépôt placé à l'aval du confluent de la Somme et de l'Avre est limité à l'est, au sud et à l'ouest, par la craie contre laquelle il s'adosse et ne communique qu'au nord avec la vallée. Il a rempli une anse étroite et peu étendue qui n'est pas accusée par le relief actuel du sol.

L'alluvion ancienne, composée du diluvium rouge argilo-caillouteux et de la terre à briques ou loess, recouvre le diluvium à cailloux roulés et s'étale sur le coteau de craie en suivant les ondulations générales du sol dont le relief actuel est dû à un phénomène postérieur qui a entraîné une partie de l'alluvion ancienne et mis à nu des coteaux et des escarpements crayeux.

On peut voir à une petite distance de Saint-Acheul, sur le bord de la route d'Amiens à Boves, un peu avant d'arriver à la vallée de l'Avre, le contact du diluvium rouge et de la craie que ce dépôt a perforée de la façon la plus bizarre. Ce diluvium remplit des puits, dont les parois formées par places par une véritable brèche de craie précédant la craie en masse, sont comme polies.



2 — Diluvium rouge.

1 — Craie à silex.

Les gravières de Saint-Roch et la tranchée ouverte par le chemin de fer de Rouen jusqu'à une certaine distance du Petit-Saint-Jean montrent le diluvium gris, à gros éléments et sans les sables supérieurs, atteint par des rudiments de diluvium rouge et disparaissant dans la direction du Petit-Saint-Jean sous une grande épaisseur de loess coloré en noir à sa base, puis jaune et parfaitement pur. J'y ai recueilli avec M. René Vion les coquilles suivantes terrestres et d'eau douce :

Helix plebeium, Drap.— *cellaria*, Drap.*Succinea putris*, Linn.*Achatina avicula*, Drap.*Bulimus lubricus*, Drap.*Valvata tentaculata*, Muller.*Bithynia tentaculata*, Linn.*Cyclostoma elegans*, Linn.*Planorbis marginatus*, Drap.*Limnæa palustris*, Drap.— *ovata*, Drap.*Pisidium amnicum*, Muller.

La théorie de M. Hébert (1) rend compte de l'abondance des coquilles de ce dépôt appliqué sur la pente d'un coteau qui servait de limite à un cours d'eau à l'époque quaternaire comme à l'époque actuelle, et qui se trouve dans les conditions voulues pour renfermer des débris organiques si rares dans le limon des plateaux déposé sous des eaux sinon exclusivement marines, du moins en rapport immédiat avec le réservoir général des eaux, à une époque où la mer pénétrait dans cette région par toutes les vallées, non d'une manière permanente, mais comme elle le fait aujourd'hui sur une échelle réduite dans la vallée de la Seine (2).

Les traces du retrait graduel des eaux subsistent encore dans ces terrasses parallèles ou rideaux dont parle M. Buteux, et que l'on rencontre depuis les premières dépressions creusées dans le

(1) *Loc. cit.*, p. 68.(2) Déjà M. d'Omalus d'Halloy (*Bull.*, 4^{re} sér., t. XIII, p. 64) supposait que ce limon avait dû être arrêté par le reflux de la mer, comme les alluvions que transportent nos fleuves sont arrêtées à l'embouchure de ces derniers.

voisinage des lignes de faite jusque sur le contour des coteaux qui bordent les vallées principales, où le limon qui les constitue renferme alors les coquilles terrestres ou d'eau douce vivant encore sur le sol, dans les étangs ou dans le cours d'eau voisins.

Les gravières de Montiers ne paraissent renfermer ni débris de mammifères, ni silex taillés; mais elles offrent un très-beau développement du diluvium gris et du loess.

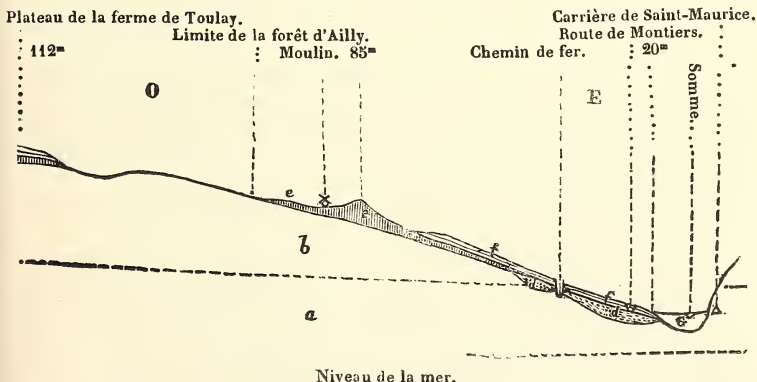


Environ 22 mètres d'altitude.

Échelle des longueurs et des hauteurs, 1/400.

- | | |
|---|--|
| <i>b</i> — Alluvion ancienne | { 4 — Limon ou loess, avec lits de cailloux à la base. |
| <i>a</i> — Diluvium gris ou diluvium à cailloux roulés. | { 3 — Sable gras.
2 — Sable aigre.
1 — Sable et cailloux roulés. |

Le diluvium gris est recouvert sans l'intermédiaire du diluvium rouge par le loess dont le dépôt est en certains points en discordance avec le diluvium inférieur qu'il ravine. La coupe ci-dessous prise dans une des gravières les plus rapprochées de Montiers, près et au sud de la route, montre cette disposition du loess dont la base renferme alors de nombreux silex brisés et peut-être des cailloux empruntés au diluvium inférieur.



Niveau de la mer.

Voyez, pour l'échelle et la légende, la coupe page 88.

Si l'on se dirige vers l'ouest dans le sens de cette coupe (1), on retrouve, après le chemin de fer, le diluvium gris à une altitude assez considérable. Il est réduit à sa base caillouteuse et renferme de nombreux fragments roulés de la craie contre laquelle il s'adosse. Le diluvium rouge rudimentaire le recouvre en formant un lit mince et irrégulier sous le limon ou loess.

Le diluvium rouge argileux avec silex brisés, galets tertiaires et quelques gros silex peu roulés venant de l'argile à silex, se suit sous le loess, jusqu'à la hauteur de la ferme de Grâce. Il émerge alors et atteint 85 mètres d'altitude en formant une masse exploitée à environ 300 mètres à l'ouest de la ferme. Ce dépôt a plus de 10 mètres d'épaisseur, et consiste en une argile terreuse rougeâtre, bariolée, avec très-rares et très-petits fragments brisés de silex. Après ce point culminant le dépôt redevient plus terreux, et les silex brisés abondent de nouveau près du moulin.

A la limite de la forêt d'Ailly la craie à *Micraster cor-anguinum* forme une terrasse après laquelle on trouve quelques traces d'argile à silex remaniée à l'époque du diluvium rouge, et que recouvre le limon du plateau de la ferme de Toulay. Ce limon est assez pur et renferme à sa base des granules de craie (2).

L'aspect particulier présenté par le diluvium rouge de la ferme de Grâce n'est pas spécial à cette localité. On retrouve des dépôts analogues composés d'argile bariolée et résultant du remaniement de masses épaisses d'argile à silex (3) et de diverses assises de l'étage des lignites, à l'époque quaternaire, en beaucoup de points, entre autres près de Conty, sur le territoire de Lœuilly entre ce village et Oresmaux, à l'altitude de 155 mètres et sur le

(1) J'ai déjà donné cette coupe dans le *Bulletin*, 2^e sér., t. XXI, p. 44. Je la rectifie en plaçant le loess au-dessus du diluvium rouge et en ne le séparant plus du limon des plateaux. Je supprime l'argile à silex dont il ne reste sous le limon des plateaux que des lambeaux remaniés à l'époque du diluvium rouge.

(2) Ce limon contient comme partie constituante du calcaire en moins forte proportion que celui de la vallée.

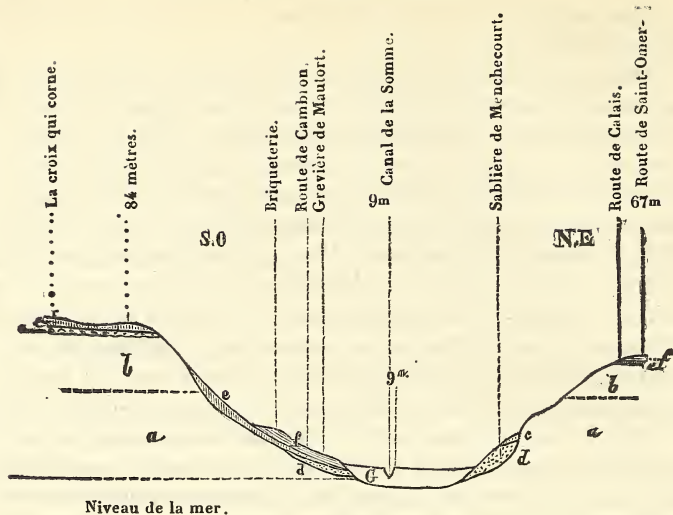
(3) J'accepte relativement à l'âge de cette *argile à silex* l'observation de M. Hébert, *loc. cit.*, p. 69, qui démontre que ce dépôt est inférieur même aux sables de l'argile plastique. J'avais à tort regardé comme faisant partie de l'argile à silex des dépôts contenant des galets tertiaires venant évidemment de l'étage des lignites, dépôts ayant emprunté sur place leurs principaux éléments à l'argile à silex, mais auxquels on doit alors donner le nom de diluvium rouge.

versant de l'Authie, près de Doullens, à Beauval, à une altitude de 130 mètres.

Avant de terminer cet aperçu sur les dépôts quaternaires des environs d'Amiens, j'ajouterai, mais sous toutes réserves, la remarque suivante : entre Saveuse et Pont-de-Metz le terrain présente une croupe qui se prolonge jusqu'au faubourg de Hem, sur le bord de la Somme. Le limon ou *loess*, très-bien développé en ce dernier point, remonte jusqu'à Renancourt; de là jusqu'à Pont-de-Metz il recouvre un dépôt de cailloux qui finit par occuper la surface du sol. Ces cailloux appartiennent peut-être au diluvium rouge; mais leur aspect pourrait faire soupçonner en cet endroit l'existence d'un dépôt analogue à ceux dont je parlerai aux environs d'Abbeville, à Moulin-Quignon, Mareuil, etc., et que constituent les plus anciens sédiments du diluvium à cailloux roulés.

Entre Amiens et Abbeville l'alluvion ancienne occupe en général toutes les convexités de la vallée, tandis que la craie apparaît dans les concavités. Peut-être pourrait-on rencontrer en plus d'un endroit des lambeaux du diluvium à cailloux roulés cachés sous cette alluvion ancienne, par exemple en amont de Longpré, comme l'a dit M. Buteux ; mais les cailloux sont moins recherchés que dans le voisinage des grandes villes, et le loess, souvent très-pur et très-épais, est seul l'objet d'exploitations suivies.

La position d'Abbeville près de la jonction de plusieurs rivières ou ruisseaux avec la Somme permet ainsi qu'à Amiens d'y rencontrer un beau développement de ces divers dépôts objets de nombreuses exploitations. Le choix que paraissent en avoir fait pour leur séjour, comme à Amiens, les peuplades de l'époque quaternaire a permis à M. Boucher de Perthes d'y faire ses découvertes d'un si haut intérêt.



Échelle des longueurs, 1/80000. — Échelle des hauteurs, 1/4000.

Terrain moderne. . . . | G — Tourbe et alluvion moderne.

Terrain quaternaire. . $\left\{ \begin{array}{l} \text{Alluvion} \\ \text{ancienne.} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} f - \text{Limon des plateaux et des vallées, ou loess.} \\ e - \text{Diluvium rouge.} \\ d - \text{Diluvium gris ou diluvium à cailloux roulés.} \end{array} \right.$

Terrain tertiaire. . . | c — Argile à silex.

Terrain secondaire . . $\left\{ \begin{array}{l} b - \text{Craie à } \textit{Micraster cor-anginum}. \\ a - \text{Craie à } \textit{Micraster cor-testudinarium}. \end{array} \right.$

Cette coupe (1) traverse la vallée de la Somme en aval d'Abbeville. Sur la rive gauche, le diluvium gris exploité à Mautort ne présente que les cailloux roulés de sa base atteints par le diluvium rouge rudimentaire et recouvert lui-même par le limon ou loess.

Si l'on traverse la route de Cambron pour prendre le chemin de Moyenneville et de Gamaches, on rencontre à droite une briqueterie où le loess est exploité. A gauche le diluvium rouge apparaît sous le loess et ravine le diluvium à cailloux roulés à peine visible et peu épais.

En continuant de monter, on voit le diluvium rouge sortir de dessous le loess et reposer sur la craie qu'il ravine jusque vers le haut de la côte.

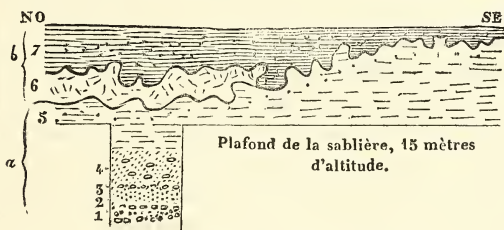
Arrivé en ce point, on trouve au fond des poches creusées dans la craie l'argile à silex non remaniée. Des trous ouverts un

(1) J'ai déjà donné cette coupe avec la précédente; je la certifie aussi.

peu à gauche de la route, près du moulin d'Yonval, permettent de voir le contact de la craie et de cette argile de couleur gris bleuâtre lorsqu'elle est pure et renfermant des silex entiers. Il est facile de la distinguer du diluvium rouge qui la recouvre après lui avoir emprunté ses éléments et qui contient aussi des fragments de grès très-ferrugineux de l'étage des lignites.

Sur la rive droite, la terre à briques (1), ou loess, est exploitée au-dessus de Menchecourt, sur le plateau, entre les routes de Calais et de Saint-Omer à environ 1 kilomètre de leur bifurcation. Ce limon est brun, et il renferme de rares et petits fragments de silex brisés; il est peu épais et est séparé de la craie par un lit mince de diluvium rouge argilo-caillouteux. Plus à l'ouest, près du chemin de Buigny-Saint-Maclou, on trouve un loess jaune et beaucoup plus pur.

La sablière de Menchecourt, ouverte au fond de la vallée, est adossée contre un coteau de craie. Le diluvium gris y présente un très-beau développement des sables fins et marneux qui le terminent. Il est recouvert par le diluvium rouge qui ne supporte à son tour le loess que plus à l'ouest, dans la direction de Lavier, ou plus au nord, sur le plateau.



Échelle des longueurs et des hauteurs, 1/400.

b — Alluvion ancienne.	{ Diluvium rouge.	{ 7 — Terre brune, argilo-caillouteuse. 6 — Presle crayeuse.	
a — Diluvium gris ou diluvium à cailloux roulés.	{ Sable gras. . . Sable aigre.	5 — Sable marneux, avec coquilles généralement terrestres. . .	{ Silex taillés par l'homme, ossements d'éléphants, rhinocéros, cheval, bœuf, cerf, etc., etc.
		4 — Sable fin avec coquilles fluviales et terrestres.	
		3 — Lit de gros sable, avec coquilles fluviales et marines.	
		2 — Sable fin.	
		1 — Sable et cailloux roulés.	

Une partie seulement des différents lits représentés dans la

(1) M. Hébert, *loc. cit.*, p. 59, compare avec raison cette terre à briques à celle de Saint-Acheul.

coupe ci-contre est visible depuis le sol ou le plafond de la sablière ; mais on creuse de temps en temps un trou comme celui figuré dans la coupe, et on le rebouche presque aussitôt afin d'éviter les éboulements. On descend dans ces trous jusqu'au diluvium gris à gros éléments. Il n'est pas exploité et ne paraît avoir que peu d'épaisseur. On y a trouvé des coquilles marines dont les espèces vivent encore dans la Manche.

Ces cailloux roulés sont recouverts par une masse épaisse de sable fin (*sable aigre* des ouvriers), dans laquelle est intercalé un lit de gros sable avec coquilles fluviatiles et marines. C'est à ce niveau que M. Prestwitch a trouvé la *Cyrena fluminalis*.

La partie supérieure de ce sable aigre contient en abondance des coquilles fluviatiles et quelques coquilles terrestres. J'y ai recueilli avec M. René Vion les espèces suivantes :

Helix plebeium, Drap.

Bityhnia tentaculata, Linn.!

Planorbis carinatus, Muller.

— *marginatus*, Drap.

Limnæa ovata, Drap.

Limnæa palustris, Drap.

Pisidium amnicum, Muller.

On passe de ce sable aigre au dépôt suivant composé d'un sable très-marneux jaunâtre et présentant dans les coupes fraîches des lits rubanés. Les ouvriers l'appellent *sable gras*. Je l'avais, après MM. Prestvich et Lyell appelé *loess* (1), tandis que ce banc appartient au diluvium gris dont il est du reste impossible de le séparer sur le terrain. Comme M. Hébert le supposait à juste titre, il représente ce sable marneux que l'on trouve à Paris dans la même position, et par lequel se termine le diluvium gris. Ce *sable gras* devient moins pur à sa partie supérieure, et il contient des granules de craie disposés par petits lits stratifiés.

On y trouve quelques coquilles généralement terrestres et entre autres l'*Helix arbustorum*, Linn. Il y a donc sous beaucoup de rapports (2) de l'analogie entre ce dépôt et le loess qui en est séparé par le diluvium rouge.

Les ossements de mammifères, dont quelques espèces ont aujourd'hui complètement disparu, sont surtout abondants dans ce sable marneux et l'on a recueilli dans les diverses sablières de cette localité qui se trouvent réunies dans un très-petit espace de nombreux débris d'éléphants, rhinocéros, cheval, bœuf, cerf, etc.

(1) Voyez la note de la page 71.

(2) On a vu que ce sable gras renferme souvent, comme le loess, des concrétions géodiques de marnolithe à Paris et à Amiens.

Toutes ces espèces se trouvent aussi dans les bancs inférieurs. On a trouvé des hachies taillées depuis les cailloux roulés jusqu'à la partie supérieure de ce sable gras. Ce dépôt, qui a fourni de si précieux débris de mammifères, doit donc être considéré comme faisant partie du diluvium gris dont il représente les derniers sédiments. J'ajouterai que, dans la coupe d'ensemble donnée par M. Prestwich dans son beau travail, ce *loess* est réuni aux bancs sableux et caillouteux inférieurs. M. Prestwich donne le nom de *bancs fossilifères* à cet ensemble qui constitue le diluvium gris des géologues parisiens. Son second groupe, *silex brisés et terre à briques*, correspond à l'alluvion ancienne composée du diluvium rouge et du loess. J'arrive donc aux mêmes conclusions que M. Prestwich; mais il me semble préférable de rapporter les sédiments qui constituent le terrain quaternaire dans la vallée de la Somme à des types établis depuis longtemps aux environs de Paris ou dans le nord de la France par les géologues français.

On remarque dans les diverses sablières de Menchecourt au-dessus de ce sable gras un très-curieux accident dans le diluvium rouge. Ce dépôt surtout vers l'ouest commence par un conglomérat composé presque exclusivement de morceaux de craie et de fragments de silex brisés auquel les ouvriers donnent le nom de *presle*. Ce dépôt occupe, comme on l'a vu, la même position dans la sablière voisine de Saint-Acheul que j'ai comparée à celle-ci. Cette presle crayeuse ravine le sable gras et est à son tour entamée par la terre brune argilo-caillouteuse qui, vers l'est, recouvre directement le sable gras.

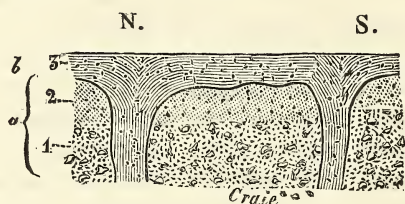
La presle constitue en beaucoup d'autres points la base du diluvium rouge (1).

Les travaux faits il y a quelques années dans les fortifications d'Abbeville, près de la porte Marcadé, avaient permis de voir le diluvium gris composé de cailloux roulés et de sable et recouvert par le diluvium rouge.

D'après M. Buteux le diluvium à cailloux roulés traverserait la

(1) Je citerai, entre autres endroits où l'on retrouve cette presle, une localité située à plus de 55 kilomètres S. S. E. d'Abbeville, sur la rive gauche de la vallée de la Noye. On la voit d'abord à la côte du chemin de Berny au Chaussoy, puis en suivant le même chemin entre le hameau d'Épagny et la Faloise. Elle entame la craie et est recouverte par la terre brune argilo-caillouteuse du diluvium rouge qui passe sous le loess contenant en abondance exceptionnelle des rognons géodiques de marnolithe un peu avant le cimetière de la Faloise.

petite vallée de l'Escardon et se continuerait par le champ de Mars jusqu'au Moulin-Quignon. Cette continuité n'est cependant peut-être plus aussi bien établie qu'à l'époque quaternaire, et, si elle existe, elle est masquée par la tourbe et par l'alluvion moderne qui occupent la vallée de l'Escardon à son débouché dans celle de la Somme.



Environ 52 mètres d'altitude.

Echelle des longueurs et des hauteurs, 1/200.

- | | | |
|--|---|---|
| b — Alluvion ancienne. | 3 — Diluvium rouge, argilo-sablo-caillouteux. | |
| a — Diluvium à cailloux roulés, irrégulièrement pénétré par un limon rouge . . . | 2 — Sable avec <i>Cardium edule</i> | Débris de <i>Cardium edule</i> , <i>Elephas primigenius</i> , ossements humains, silex taillés. |
| | 1 — Sable et cailloux roulés. . . | |

La surface de la craie sur laquelle repose le dépôt quaternaire du Moulin-Quignon est assez inégale; elle peut être considérée comme élevée en moyenne de 32 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le sommet de la butte atteint environ 38 mètres d'altitude.

La masse de cailloux exploitée depuis la craie appartient en grande partie au diluvium à cailloux roulés. Ce dépôt épais de deux ou trois mètres se compose de cailloux roulés et de gravier souillés par une proportion plus ou moins considérable de limon argileux, ferrugineux, rouge et moucheté de noir par l'oxyde de manganèse. Quelques lits minces de gravier sont restés sans coloration. D'autres lits, au contraire, présentent une couleur très-noire; mais l'ensemble du dépôt offre une coloration rouge assez prononcée. Quelques bandes, plutôt que des lits réguliers de sable fin, existent à la partie supérieure. Ce sable a été très-inégalement pénétré par le limon rouge qui en a agglutiné des portions, tandis que des morceaux d'une certaine dimension sont restés intacts.

En approchant de la surface du sol le caractère minéralogique change, et l'on voit au-dessus du dépôt précédent un manteau d'argile sableuse avec cailloux brisés moins coloré que les bancs du diluvium à cailloux roulés. Les matériaux composant ce nouveau dépôt recouvrent le premier et même y pénètrent en remplissant

plusieurs puits qui paraissent descendre jusqu'à la craie. Les ouvriers leur donnent le nom de *pots de terre* et les laissent subsister comme contre-forts, l'exploitation n'en étant pas suffisamment productive. Le dépôt qui les constitue est en effet composé d'une argile terreuse brun rose ou violet pâle devenant très-sableuse surtout au contact des lits de sable fin du diluvium à cailloux roulés. Les silex disséminés dans sa masse sont généralement brisés et non roulés. On y trouve surtout à la base quelques gros silex non roulés venant de l'argile à silex. Les galets tertiaires de l'étage des lignites y sont assez abondants. Ces différents caractères sont ceux du diluvium rouge auquel appartient ce manteau qui recouvre le diluvium à cailloux roulés et y pénètre par des sillons aussi profonds. On remarquera que ce diluvium rouge argilo-sablo-caillouteux est très-peu coloré, tandis qu'une forte proportion de matières colorantes a été introduite dans le dépôt de cailloux roulés sous-jacent dont la structure favorisait la pénétration par le limon rouge tenu en suspension dans les premières eaux du diluvium rouge (1).

On sait que c'est à la base de la masse de cailloux roulés que M. Boucher de Perthes a découvert le 28 mars 1863 une mâchoire humaine. Depuis lors d'incessantes recherches ont fourni au patient archéologue d'Abbeville de nombreux ossements humains recueillis surtout à la base du dépôt, mais dont quelques-uns ont été aussi trouvés dans les bandes de sable qui le terminent.

Lors d'une fouille faite le 16 juillet 1864 en présence de MM. Buteux, docteur Dubois et quelques autres habitants d'Abbeville, j'ai vu retirer plusieurs ossements humains de la base de ce dépôt.

J'ai fait faire le 27 septembre suivant, en présence de MM. Boucher de Perthes, docteur Dubois et René Vion, une nouvelle fouille qui m'a fourni un os métacarpien de l'index gauche en parfait état de conservation, et que M. Albert Gaudry a rapporté à un individu adulte et de taille ordinaire.

On sait que de nombreuses haches en silex ont été trouvées en ce lieu.

Les ossements de grands animaux y sont rares. Cependant M. Boucher de Perthes y a trouvé des dents de ruminants et de l'*Elephas primigenius*.

Depuis quelque temps seulement de nombreux fragments de coquilles marines bivalves et plus rarement de gastéropodes ont été

(1) Voyez page 96.

trouvés dans ce gisement par M. Boucher de Perthes. Tous ces fragments sont très-usés; cependant il est facile de reconnaître le *Cardium edule* surtout abondant. Déjà M. de Quatrefages, dans sa note du 4 mai 1863, avait signalé un petit corps blanc trouvé par M. Desnoyers dans la couche à ossements, et qu'il supposait être une lamelle de dent ou peut-être un fragment de coquille.

J'ai pu voir ces fragments en place, et je dois à M. René Vion un exemplaire parfaitement intact d'un jeune *Cardium edule* que je lui ai vu retirer du sable peu coloré qui occupe la partie supérieure de cette masse de cailloux roulés en formant des bandes irrégulières.

Si l'on se rappelle que jusqu'à présent les coquilles marines n'avaient été recueillies qu'à Menchecourt et dans les lits de gravier inférieurs au sable gras, on trouvera dans ce nouveau caractère paléontologique un appui qui, se joignant aux autres caractères fournis par les débris de mammifères d'espèces éteintes et par la nature des éléments essentiels constituant ce dépôt, autorise à le considérer comme étant du même âge que les cailloux roulés et les lits de gravier et de sable aigre inférieurs au sable gras de Menchecourt, Amiens, etc.

Ici les lits de sable aigre sont rudimentaires, mais on verra qu'ils sont très-bien développés dans un dépôt identique avec celui de Moulin-Quignon et dont je parlerai tout à l'heure.

On s'expliquera cet état rudimentaire du sable aigre en considérant que ce dépôt de cailloux roulés s'est effectué au commencement de la période du diluvium gris et n'a probablement été recouvert que de sédiments sableux très-peu épais lorsque les eaux, continuant à baisser, déposaient à des niveaux inférieurs des masses épaisses de sable aigre et de sable gras.

La découverte de coquilles marines à une altitude de 35 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer paraît prouver que les eaux marines se sont élevées en cet endroit jusqu'à cette hauteur, peut-être dans de fortes marées et dans des circonstances exceptionnelles. Il est possible néanmoins que le sol se soit exhaussé en ce point depuis le commencement de la période quaternaire avant de s'affaisser à l'époque actuelle, après la formation de la tourbe, comme le pense M. Lyell.

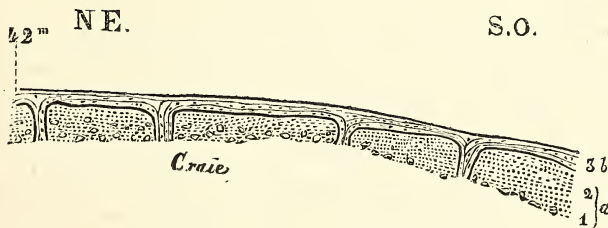
Des oscillations du sol paraissent, du reste, s'être produites sur tout le littoral. Ainsi je signalerai un fait facile à observer à une certaine distance d'Abbeville, à Étaples (Pas-de-Calais), et qui annonce un relèvement très-marqué du littoral en ce lieu pendant la période actuelle. Entre les dernières maisons au nord-

ouest et le chemin de fer, on a exploité la craie à *Micraster coranguinum*. Le sol superficiel dont on voit une coupe très-nette au-dessus des carrières est entièrement composé de sable mélangé à de l'humus produit par la végétation. Ce sable contient en quantités innombrables des *Cardium* entiers ou brisés. Ce dépôt, exactement semblable à celui qui se forme aujourd'hui sur la plage, atteint une altitude d'environ 30 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer. Quelques dunes de sable situées au nord d'Étaples s'élèvent à une altitude de 60 mètres, et qui n'est probablement pas due à l'action unique du vent. On remarquera en effet qu'Étaples est placé sur la bordure de Boulonnais, région qui a été soumise à un relèvement énergique depuis l'époque secondaire, et dont les effets ont pu, après diverses oscillations, se continuer lentement pendant la période actuelle.

Encore un mot sur le dépôt particulier du diluvium à cailloux roulés de Moulin-Quignon, dont je ferai remarquer l'analogie comme position et comme caractères minéralogiques avec le diluvium à cailloux roulés de la tranchée du chemin de fer de ceinture, entre le coteau de la Gare et le plateau de la Maison-Blanche, à Paris.

On sait que l'on peut observer à environ 1 kilomètre sud du Moulin-Quignon et à l'extrémité du faubourg Saint-Gilles une gravière située à environ 25 mètres d'altitude et qui présente presque exactement le même aspect que le Moulin-Quignon.

J'indiquerai sur l'autre rive de la Somme deux localités où l'on retrouve un dépôt identique avec celui de Moulin-Quignon, et dont l'une d'entre elles, celle de Mareuil, offre le point le plus élevé atteint par les dépôts de cet ordre en présentant en même temps l'avantage de montrer une masse épaisse de sable aigre appliquée sur le flanc d'un dépôt de cailloux roulés dont l'aspect est en tout semblable à celui de Moulin-Quignon.



Échelle des longueurs et des hauteurs, 1/400.

- | | |
|-----------------------------------|--|
| b — Alluvion ancienne. | 3 — Diluvium rouge argilo-sablo-caillouteux. |
| a — Diluvium à cailloux roulés. . | 2 — Sable fin (sable aigre). |
| | 1 — Sable et cailloux roulés. |

A un peu moins de 4 kilomètres d'Abbeville, sur la rive gauche de la Somme et sur le territoire de Mareuil, à la pointe du bois tourné vers le hameau de Villers-sur-Mareuil, se trouve une sablière dont la partie la plus élevée atteint environ 42 mètres d'altitude d'après des renseignements que M. Boucher de Perthes a eu l'obligeance de me fournir. Cette altitude est d'environ 4 mètres supérieure à celle du sommet de la butte du Moulin-Quignon.

Près du bois on exploite depuis une profondeur d'environ 3 mètres un dépôt de cailloux roulés souillés par un limon argileux rouge moucheté de noir, exactement comme au Moulin-Quignon. Ces cailloux roulés sont inférieurs à des bandes peu régulières de sable aigre plus ou moins souillé par le limon rouge. Le diluvium rouge, composé d'une terre argilo-sableuse brun rose ou violet pâle avec cailloux brisés, recouvre d'un manteau continu le diluvium inférieur et y pénètre par plusieurs de ces larges et profonds sillons en forme de puits appelés *pots de terre* par les ouvriers et laissés inexploités pour les mêmes raisons qu'au Moulin-Quignon.

Les cailloux roulés devenant très-peu épais vers le sud-ouest, on ne les exploite pas, et il existe actuellement un intervalle où la coupe ne descend pas jusqu'à la craie (1). Cette lacune est peu considérable; mais elle a l'inconvénient de cacher presque complètement le contact du diluvium à *cailloux roulés* et du *sable aigre* qui, rudimentaire avant cette lacune, présente quand on l'a dépassée une épaisseur considérable et incline brusquement vers une petite vallée latérale qui descend à la vallée de la Somme en s'infléchissant vers le nord-est.

Ce sable est de la plus grande pureté, et à peine admet-il quelques rares et très-petits cailloux roulés. Il ne paraîtrait recouvrir qu'une épaisseur très-réduite de cailloux roulés et de gros silex sillonnés de dendrites noires d'oxyde de manganèse.

Le diluvium rouge dont le manteau s'étend aussi sur ce dépôt est très-sableux à son contact, et il y pénètre par plusieurs puits.

On voit qu'ici, comme au Moulin-Quignon, la pénétration du limon argileux rouge à travers les cailloux roulés et le gravier, dans les points où le sable aigre n'existe que rudimentaire, est due à la nature des matériaux constituant ce dépôt meuble et très-perméable, tandis que dès que le sable aigre atteint une certaine

(1) Dans le diagramme ci-dessus la coupe descend partout jusqu'à la craie sans qu'il soit tenu compte de l'intervalle non exploité.

épaisseur, le limon n'a pu le souiller que superficiellement, sans s'introduire dans sa masse trop compacte et perméable seulement à des eaux débarrassées de matériaux solides même les plus ténus.

La pénétration de ce limon argileux rouge a précédé le creusement des puits et leur remplissage par la terre brune argilo-caillouteuse.

Ces diverses phases sont celles d'un même phénomène qui a laissé pour trace de ses effets des sédiments d'une composition minéralogique très-variable, et dont les matériaux paraissent souvent avoir été empruntés à des formations antérieures du voisinage. C'est à ces dépôts, qui constituent la base de l'alluvion ancienne et précèdent presque partout le limon ou loess qui à la fin de cette période s'est étendu sur tout le nord de la France, que je donne dans ce travail le nom de diluvium rouge.

Ce diluvium rouge argilo-caillouteux qui recouvre les cailloux roulés et la masse de sable aigre, disparaît à quelques centaines de mètres seulement au S. O., vers Villers-sur-Mareuil, sous le limon ou loess qui occupe la superficie du plateau et s'élève plus loin à une altitude considérable. Ce limon occupe l'origine du petit vallon, et il descend jusqu'à la vallée de la Somme en s'appliquant sur le bord auquel s'adosse le diluvium inférieur du bois de Mareuil, dont la communication avec la grande vallée devait être établie dans la même direction. La craie apparaît en face sur l'autre bord du vallon, c'est-à-dire sur le côté placé en aval relativement à la vallée de la Somme.

Une coupe presque identique peut être observée sur la même rive de la Somme, sur le territoire de Rouvroy, à environ 400 mètres des dernières maisons, au commencement du mont de Caubert, près du chemin allant à Villers-sur-Mareuil, un peu avant son embranchement avec celui de Mesnil-Trois-Fœtus.

On trouve là à environ 40 mètres d'altitude une gravelière récemment ouverte, et dont les détails sont les mêmes qu'à Mareuil; mais le sable aigre est loin de présenter un aussi beau développement que dans cette dernière localité. L'ensemble du dépôt incline vers le petit vallon de Vaux occupé par le loess qui se continue jusqu'à Rouvroy et Mautort.

On a pu voir qu'à Mareuil le loess se suit sans interruption depuis le bord de la Somme jusque sur le plateau qui, à Villers-sur-Mareuil, atteint déjà 80 mètres d'altitude.

Je vais présenter maintenant le résumé de quelques autres observations qui m'ont amené à abandonner la distinction trop

absolue que j'avais cru (1) devoir faire entre le limon des plateaux et celui des vallées, à l'exemple de MM. Élie de Beaumont et Lyell (2), et que M. Belgrand maintient dans son dernier travail (3). J'adopterai l'opinion de M. Buteux déjà soutenue par MM. d'Archiac et de Verneuil (4), et à laquelle les observations faites par M. Hébert en Normandie ne sont pas opposées (5). J'avais pensé que le limon des plateaux ne reposait jamais directement sur la craie; j'ai pu vérifier le contraire. Je croyais que l'argile à silex était toujours pure lorsque ce dépôt la recouvrait, tandis qu'elle est toujours remaniée plus ou moins profondément (6). Le produit de ce remaniement constitue ce diluvium rouge indiqué par M. Hébert près du Havre. Enfin, le diluvium rouge est inférieur au limon de la vallée et également inférieur au limon des plateaux, et de plus ces deux limons ne sont recouverts ni l'un ni l'autre par aucun dépôt plus récent de l'époque quaternaire. Ces deux dernières conditions, de recouvrir le même dépôt et de n'être recouverts par rien, suffiraient seules pour prouver que ces limons sur les plateaux comme dans les vallées représentent les derniers sédiments de la période qui a précédé l'époque actuelle. Que l'on me permette cependant de donner rapidement l'analyse de quelques coupes menées des vallées sur les plateaux et qui démontrent la liaison de ces deux limons.

En sortant d'Abbeville par la route d'Amiens on laisse un peu à sa droite la gravière du Moulin-Quignon dont le sol superficiel est constitué par le diluvium rouge qui, après un petit rideau crayeux, atteint la route et se prolonge dans la direction qu'elle suit, jusqu'à 80 mètres d'altitude, pour disparaître à la limite du territoire d'Abbeville, 4 kilomètres avant Bellancourt, sous le limon des plateaux.

Ce limon est très-pur à Ailly-le-haut-Clocher, Ergnies, Gorenflos et Donqueur, où il repose à environ 120 mètres d'altitude presque directement sur la craie à *Micraster cor-anguinum*, dont il n'est séparé que par un lit mince et irrégulier de diluvium rouge résultant du remaniement de l'argile à silex.

Les eaux qui ont ainsi entraîné l'argile à silex ne l'ont attaquée

(1) Voy. *Loc. cit.*, p. 42 et suiv.

(2) *Ancienneté de l'homme*, p. 345.

(3) *Loc. cit.*, p. 464 et suiv.

(4) Voy. la note de la page 77.

(5) Voy. *Loc. cit.*, p. 65.

(6) Voy. la note de la page 86.

que superficiellement dans le voisinage de la ligne de partage des eaux de la Somme et de l'Authie, où l'on rencontre cette argile bien développée à environ 140 mètres d'altitude et visible dans les dépressions du sol entre Ribeaucourt, Beaumetz et Bernaville, 22 kilomètres E. E. N. d'Abbeville.

Un lit peu épais du diluvium rouge avec fragments de grès très-ferrugineux de l'étage des lignites sépare cette argile à silex du limon très-pur des plateaux de Longvilliers, Beaumetz et Bernaville où il atteint 158 mètres d'altitude sur la ligne de partage des eaux de la Somme et de l'Authie.

On peut suivre ce limon jusqu'à Fienvillers. Il descend de ce point sur le versant de l'Authie dans les dépressions duquel apparaît l'argile à silex plus ou moins remaniée.

Le limon de la vallée de l'Authie est très-bien développé à Hem et surtout sur la rive opposée jusqu'à Doullens.

Cette coupe d'Abbeville à Doullens passe d'abord par la ligne secondaire qui, sur le versant de la Somme, sépare les eaux de l'Escardon de celles du ruisseau qui débouche à l'Étoile et des divers ruisseaux qui se réunissent à la rivière de Nièvre, puis par la ligne principale de partage des eaux de la Somme et de l'Authie et descend vers cette rivière en suivant des plateaux placés entre plusieurs ravins profondément ramifiés.

Si l'on suit cette ligne sans s'en écarter, on est presque constamment sur le limon depuis le bord des vallées jusque sur les hauts plateaux. Le diluvium rouge et l'argile à silex n'apparaissent que dans les dépressions creusées lors du dernier phénomène qui a donné au sol son relief actuel.

La continuité du limon du plateau de Gorenflos avec celui de la vallée de l'Escardon qui débouche dans la vallée de la Somme, entre le Moulin-Quignon et Menchecourt, est des plus faciles à constater et permet de relier avec certitude le limon de la vallée d'Abbeville à celui des hauts plateaux.

Ce limon peut être suivi sans interruption de Gorenflos à Bussus-Bussuel. Il est exploité à gauche de la route à peu près à égale distance entre ce dernier village et le hameau du Plouy.

La craie, qui de l'autre côté de la route constitue un coteau dépourvu de tout dépôt superficiel, est de ce côté recouverte directement à environ 57 mètres d'altitude par un dépôt de limon épais d'environ 4 mètres et présentant à la base un banc presque exclusivement composé de silex brisés à cassure vive. Ce banc, ou plutôt des lits de silex brisés existent souvent à la base du limon sur le bord des vallées, mais rarement avec une épaisseur aussi

grande, et qui est ici d'environ 2 mètres. On retrouve un dépôt de silex brisés presque aussi épais à la base du limon et à environ 26 mètres d'altitude dans une gravière exploitée entre la route de Bussus et celle de Coulouvillers, à quelques centaines de mètres des premières maisons de Saint-Riquier.

Le limon est très-pur et très-épais entre Saint-Mauguille et Drugy, et il est exploité dans plusieurs argilières ouvertes sur la rive gauche de l'Escardon, le long de laquelle on peut le suivre jusqu'aux approches d'Abbeville.

Il y a donc continuité entre le limon de la vallée de la Somme et celui des plateaux par lesquels passe la ligne de partage des eaux de la Somme et de l'Authie, sur une hauteur verticale de plus de 140 mètres entre Abbeville et Bernaville.

Dans ma note précédente (1) j'avais mis en doute la continuité du limon des plateaux situés entre le versant de la Somme et celui de l'Oise, au sud-est de Breteuil, avec le limon de la vallée de la Brèche. Je reconnais ici que la coupe donnée par MM. d'Archiac et de Verneuil est exacte sous tous les rapports, et que le limon des plateaux situés au sud-est de Breteuil se relie avec celui du fond de la vallée de la Brèche sur une hauteur verticale de 100 mètres et une étendue horizontale de 40 kilomètres.

On sait que le loess présente aux environs de Paris des différences d'altitude presque aussi considérables (2).

Ces différences d'altitude atteindraient près de 500 mètres sur les bords de la vallée du Rhin, s'il est vrai que son loess soit le même que celui de Paris.

La conclusion à laquelle on est amené par les données stratigraphiques peut sembler difficile à concilier avec les différences présentées par la composition du limon, suivant qu'on l'observe sur les plateaux ou dans les vallées.

On trouvera une appréciation fort juste de ces différences dans les lignes suivantes de MM. d'Archiac et de Verneuil «... sur le » bord des vallées, l'alluvion ancienne est plus sableuse et calca- » rieuse, et les coquilles fluviatiles et terrestres entraînées des » étangs, des marais ou des cours d'eau voisins y sont plus ou » moins abondantes... l'alluvion des plateaux est moins sableuse,

(1) Voy. *loc. cit.*, p. 56. L'argile à silex du bois de Calmont dont j'ai parlé est recouverte par un manteau superficiel du diluvium rouge qui passe lui-même sous le limon du plateau de Beauvoir.

(2) Voy. *Bull.*, 2^e sér., t. XXI, p. 62.

» moins calcarifère; l'alumine tend à y prédominer; les coquilles » fluviatiles et terrestres ne s'y montrent plus que rarement. »

M. Buteux a recueilli à Fransart (Somme) quelques coquilles dans un limon occupant un plateau déjà élevé (1).

Le limon des plateaux présente une structure plus homogène que celui des vallées. Ce dernier renferme presque toujours des lits stratifiés et même des bancs de silex brisés comme on l'a vu plus haut; des fragments de craie ou de roches du terrain tertiaire accompagnent ces silex brisés. J'indiquerai sur la rive droite de la Somme, entre l'Étoile et Pont-Rémy, une série de dépressions occupées par le limon avec lits stratifiés de silex brisés et de granules de craie, et dont les sections très-nettes sont dues au dernier phénomène qui a creusé la vallée avant que la tourbe ne commençât à se former.

On a vu plus haut (2) que M. Hébert explique les différences présentées par les limons sur le bord des vallées ou sur les plateaux par les circonstances différentes dans lesquelles ces dépôts se sont effectués, et que paraît avoir produites le retrait graduel des eaux en rapport plus ou moins immédiat avec la mer.

Résumé. — Je tenterai de donner, au moyen des considérations suivantes, l'explication des différents aspects présentés par le terrain quaternaire du bassin de la Somme.

A. — Période du *Diluvium à cailloux roulés*.

1° Premiers dépôts de *diluvium à cailloux roulés*: (Moulin-Quignon, Saint-Gilles, Mareuil, Rouvroy). La mer y laisse des traces de son accès à plus de 30 mètres d'altitude au-dessus de son niveau actuel. Des ossements humains sont enfouis dès la base de ce dépôt; ils sont accompagnés de silex taillés et associés à des ossements de l'*Elephas primigenius*.

Ces bancs plus élevés qu'aucun des suivants formés pendant cette période communiquaient avec le fond de la vallée par des dépressions souvent peu apparentes aujourd'hui et se reliant aux cailloux roulés, peut-être un peu plus récents, qui à Menhecourt, par exemple, constituent la base du terrain quaternaire et contiennent des coquilles marines.

A Amiens les bancs de cailloux roulés de Saint-Acheul et ceux de Montiers sont, comme l'a annoncé M. Prestwich, d'une ancienneté généralement proportionnelle à leur altitude; cependant la

(1) Voy. *Esquisse géolog. du départ. de la Somme*, p. 85.

(2) Voy. page 84.

continuité paraît bien mieux établie qu'à Abbeville entre les graviers des coteaux et ceux du fond de la vallée.

2° Les cailloux roulés déposés sur les coteaux et au fond de la vallée sont recouverts de sable fin, *sable aigre*, rudimentaire au Moulin-Quignon, où il contient le *Cardium edule* à 34 mètres d'altitude, plus épais à Mareuil, et prenant un développement considérable sur certains coteaux (Saint-Acheul, Montiers) et surtout au fond de la vallée (sablière entre Saint-Acheul et le chemin de fer, sablières de Menchecourt).

Dans cette dernière localité les coquilles marines continuent à se trouver à la base de ce sable, avec la *Cyrena fluminalis* découverte par M. Prestwich. Elles sont associées aux coquilles fluviales qui plus haut subsistent seules avec quelques coquilles terrestres.

3° Un sable de plus en plus marneux, *sable gras*, recouvre le sable précédent sur quelques coteaux (Saint-Acheul, Montiers) et surtout au fond de la vallée, où il prend un grand développement (sablière entre Saint-Acheul et le chemin de fer, sablières de Menchecourt). Il contient des coquilles fluviales et surtout terrestres. On y trouve quelquefois des concrétions de marnolithe (Saint-Acheul).

Ces divers sédiments, déposés sous les eaux d'un large fleuve, constituent un seul et même dépôt non interrompu et caractérisé par la présence d'ossements humains, de silex taillés par l'homme et de nombreux débris d'espèces éteintes de mammifères, éléphants, rhinocéros, et d'espèces actuelles, bœuf, cheval, cerf, etc.

Les sédiments arénacés dominent ici comme à Paris pendant cette période.

B. — Période de l'*alluvion ancienne*.

Les dépôts précédents s'étaient effectués comme on a pu le voir en atteignant dans leur développement une altitude de moins en moins élevée, et à la fin de cette première période le fond des vallées n'était plus occupé que par des eaux peu profondes et animées d'une faible vitesse, lorsque survint dans les relations des terres et des eaux un changement considérable, et qui paraît dû à une vaste inondation s'étendant sur toute cette région pendant la seconde période glaciaire, et à une époque où le continent européen était soumis à des oscillations considérables au-dessus ou au-dessous du niveau des mers.

L'argile à silex, les argiles et les sables des lignites en partie respectés lors du premier creusement des vallées, et pendant le dépôt du diluvium à cailloux roulés, sont attaqués par des eaux

qui s'élèvent au-dessus de toutes les lignes de faite actuelles et fournissent, avec la craie fortement ravinée sur les coteaux et sur les plateaux dépouillés du terrain tertiaire, les matériaux constitutifs du diluvium rouge dont les diverses phases paraissent s'être ainsi succédé.

1° Les dépôts les plus élevés du diluvium à cailloux roulés (Moulin-Quignon, Saint-Gilles, Mareuil, Rouvroy), que le sable aigre ne recouvrait que d'une façon rudimentaire, sont pénétrés par un limon argileux ferrugineux, probablement dans les mêmes circonstances et à la même époque où des phénomènes du même ordre se produisaient à Paris.

Immédiatement après cette phase, des puits profondément creusés dans la masse des cailloux roulés et même du sable aigre (Mareuil) sont remplis par une argile sableuse peu colorée avec silex brisés et débris des roches tertiaires (Moulin-Quignon, Saint-Gilles, Mareuil, Rouvroy).

Les eaux ravinent le sable gras (Saint-Acheul, Menchecourt) et déposent dans les poches qu'elles y ont creusées du limon argileux plus ou moins coloré en brun, avec silex brisés et débris de roches tertiaires et quelquefois amas de craie fragmentaire.

2° Le dépôt du limon jaune ou *loess* qui recouvre le diluvium rouge sur les plateaux comme sur le bord des vallées, s'effectue dans des conditions dont M. Hébert fournit l'explication en montrant que la mer devait alors pénétrer dans cette région par toutes les vallées, non du manière permanente, mais comme elle le fait aujourd'hui, sur une échelle réduite, dans la vallée de la Seine. Les eaux sous lesquelles se déposait le limon étaient ainsi en rapport immédiat avec la mer. Les traces de leur retrait graduel subsistent encore dans ces terrasses parallèles ou rideaux dont parle M. Buteux, et que l'on observe depuis les premières dépressions creusées dans le voisinage des lignes de faite actuelles jusque sur le bord des vallées principales où le limon qui les constitue renferme seul en abondance les coquilles terrestres et d'eau douce vivant encore dans le voisinage.

On remarquera le contraste présenté par les sédiments limoneux de cette période avec les sédiments arénacés du diluvium à cailloux roulés. Mais ce qui établit surtout une séparation tranchée entre ces deux groupes dont on doit la distinction à M. d'Archiac, c'est l'énorme différence présentée par leur étendue respective.

Le *diluvium à cailloux roulés* ne constitue sur le bord de quelques vallées qu'un trait insignifiant, et encore est-il caché sous l'*alluvion ancienne* qui s'étend des vallées jusque sur les plus hauts

plateaux dans tout le nord de la France envahi lors du dépôt du *diluvium rouge* par des eaux dont le retrait, accusé par les terrasses du *loess*, a précédé le commencement de la période actuelle.

M. Benoît fait observer que la séparation du *diluvium gris* et du *diluvium rouge* par des sables qui représenteraient un étage géologique distinct, n'est pas fondée sur les faits matériels, et il engage les géologues que la question peut intéresser à aller voir la tranchée récente du chemin de fer de ceinture qui coupe le plateau de la Maison-Blanche, localité où M. de Mercey prend les types de ses divisions du terrain quaternaire. Quant au *diluvium* à cailloux de la vallée de la Somme, il est important de considérer que les cailloux roulés sont épars dans la masse et ont été empruntés, déjà roulés, aux sables du Soissonnais dont les lambeaux existent encore sur le pourtour du bassin de la Somme et de ses affluents, ainsi que M. Buteux l'a fait remarquer depuis longtemps.

M. Benoît, réplique M. de Mercey, pourra voir que je ne sépare pas les sables colorés en rouge de la tranchée du chemin de fer de ceinture du *diluvium* à cailloux roulés ordinairement appelé *diluvium gris*. Le *diluvium rouge* dont je maintiens l'existence est essentiellement composé d'une terre argileuse avec cailloux brisés.

Quant aux bancs de cailloux de la vallée de la Somme, rien n'est plus facile que d'y distinguer les cailloux ou plus exactement les véritables galets provenant de l'étage des lignites, dont parle M. Benoît, d'avec les silex qui constituent l'ensemble du dépôt et qui sont tous plus ou moins roulés.

Séance du 19 décembre 1864.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée :

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. VOLMERINGER (Eugène), conducteur des ponts et chaussées, à Bernay (Eure), présenté par MM. Danglure et Collomb.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Damour, *Sur la Callaïs, nouveau phosphate d'alumine hydraté recueilli dans un tombeau celtique du Morbihan*, in-4, 5 p., Paris, 5 déc. 1864.

De la part de M. Dausse, *Sommaire de dix mémoires sur la question des inondations et sur l'endiguement des rivières, lus ou présentés à l'Académie des sciences*, in-4, Paris, 1864; chez Gauthier-Villars.

De la part de M. Albert Gaudry, in-4, *Animaux fossiles et géologie de l'Attique*, 10^e livraison, Paris; chez F. Savy.

De la part de M. Gabriel de Mortillet, in-8, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, novembre 1864.

De la part de M. F. de Bosis :

1^o *Le industria della provincia d'Ancona*, in-8, 19 p., Florence, 1861; chez le Monnier;

2^o *La grotta degli schiavi*. in-8, 6 p., 1 pl., Milan, nov. 1861; chez Bernardoni;

3^o *La collezione Baroni dei minerali fossili e testacei marini del dipartimento del Metauro*, in-8, 30 p., Ancône, 1863.

De la part de M. Moriz Hörnes, *Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien*, in-8, 6 p., Vienne, 1864.

De la part de M. A. T. Kupffer, *Compte rendu annuel de l'observatoire physique central de Russie*, années 1861, 1862, 1863, in-4.

De la part de M. Karl Peters, *Vorläufiger Bericht über eine geologische Untersuchung der Dobrudscha*, in-8, 29 p., Vienne, 1864.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1864. 2^e sem., t. LIX, n^{os} 23 et 24, in-4.

L'Institut, n^{os} 1614 et 1615; 1864, in-4.

The Athenæum, n^{os} 1937 et 1938 ; 1864, in-4.

The Mining and Smelting magazine, décembre, 1864, in-8.

Revista minera, n^o 349. 15 décembre 1864, in-8.

M. Daubrée, président, annonce à la Société qu'une souscription est ouverte à Vienne dans le but d'élever à M. Haidinger un buste de marbre, dans une des salles de l'Institut géologique d'Autriche. M. le Président met les renseignements qu'il vient de recevoir à la disposition des membres de la Société qui voudraient, en prenant part à cette souscription, rendre hommage aux longs et beaux services que M. Haidinger a rendus à la géologie aussi bien qu'à la minéralogie.

M. Delesse donne lecture de la notice suivante qui lui a été envoyée per M. Ludovic Ville, ingénieur en chef des mines à Alger :

Étude des puits artésiens dans le bassin du Hodna et dans le Sahara des provinces d'Alger et de Constantine; par M. Ville.

J'ai quitté Alger le 3 février 1861 pour me rendre à Bone, d'où je suis allé à Ouargla en passant par Constantine, Batna, le Hodna, Biskra et Tougourt. D'Ouargla je suis rentré à Alger en passant par les villes des Beni-Mزاب, Guerrara, Bou-Noura, Melika, Beni-Isguen, Gardaïa, Metlili et Berrian. J'ai été heureux de retrouver à Laghouat la vie civilisée avec laquelle j'avais pour ainsi dire rompu depuis mon départ de Biskra. Enfin je suis arrivé à Alger le 30 mai 1861, après un voyage de quatre mois qui n'a pas été sans fatigue.

Je n'ai pu commencer la rédaction définitive de mon travail que dans le mois de janvier 1864. Mais, comme ce travail est fort long et qu'il ne pourra être livré de quelque temps encore à la publicité, comme depuis mon retour d'Ouargla plusieurs géologues, et entre autres MM. Desor et Martins, ont fait des excursions dans le Sahara et ont publié leurs observations sur ces régions mystérieuses, si nouvelles pour l'explorateur européen, j'ai pensé qu'il pouvait être utile de faire connaître d'une manière succincte mes observations géologiques dans le Sahara.

A cet effet, j'ai réuni dans une notice les deux rapports que j'ai adressés à l'autorité supérieure sur les résultats de ma mission. Le

premier avait été envoyé le 3 mai 1861 de Guerrara, le second, d'Alger le 25 juin 1861. J'avais rédigé ces deux rapports avant d'avoir révisé mes notes de voyage, classé et comparé mes fossiles; depuis lors j'ai eu l'occasion de revenir sur certaines appréciations échappées à un premier travail fait très-rapidement.

Il en est résulté quelques corrections dans le texte que je sou mets aujourd'hui à l'appréciation des géologues.

PREMIÈRE PARTIE. — *Itinéraire de Bone à Ouargla.*

A mon arrivée à Constantine, je me suis empressé de me rendre auprès de M. le général Desvaux de qui j'ai reçu un accueil des plus bienveillants, et qui a facilité de tout son pouvoir la mission dont j'avais été chargé; je suis heureux de lui en témoigner ma vive reconnaissance.

C'est à Constantine que j'ai été frappé de la grande abondance des sources d'eau potable qui émergent du sein du terrain crétacé avec des températures plus ou moins élevées. Ce sont de véritables sources jaillissantes, thermales, qui doivent leur thermalité à la profondeur d'où elles proviennent; aussi j'ai toujours marché le thermomètre et le baromètre à la main; mais c'est le thermomètre surtout qui m'a donné les indications les plus précieuses.

Voici quelques déterminations de températures et de débits pour les sources thermales des environs de Constantine.

	Température.	Débit par seconde.
Source de Sidi Mimoun.	35°	2 à 3 litres.
— de Salah-Bey	28°	45 —
— de Sidi Rached	28°,33	4 —
— de la rive gauche du Rhumel, à 8 mètres au- dessus du lit.	28°	48 —
— d'Aïn Rabah	30°,50	50 —
— du Hamma.	33°,40	700 —

Les eaux du Hamma constituent une véritable rivière qui fait mouvoir plusieurs moulins.

Je suis parti le 27 février pour Batna. J'ai visité en passant l'aïn Bou-Merzoug dont la température est de 23°,75 et le débit d'environ 900 litres par seconde; c'est une véritable rivière sortant du terrain crétacé, et que les Romains amenaient à Constantine au moyen d'un conduit dont on voit encore quelques restes.

Plus au sud, l'aïn Fesguia, dont le débit est d'environ 200 litres

par seconde et la température de $18^{\circ},66$ à $19^{\circ},50$, sort du pied du massif secondaire du djebel Guerioun. Plus loin la route de Constantine à Batna passe entre le chott Tinsilt et le chott Mzouri, qui sont séparés par un mamelon de gypse métamorphique associé à une roche éruptive, et qui sont affermis à M. Rouennet pour l'exploitation des sels qu'ils renferment. D'abord cet industriel s'est livré à l'extraction du sel marin, qui forme en été une couche de $0^m,10$ à $0^m,12$ d'épaisseur dans le lac Tinsilt, le plus riche des deux en sel. Mais il a découvert qu'il pouvait se former naturellement du sulfate de soude, par double décomposition du sulfate de magnésie et du chlorure de sodium pendant les froids de l'hiver. L'hiver de 1860 à 1861 n'ayant pas été pluvieux a favorisé très-notablement cette réaction chimique, et M. Rouennet a pu extraire du lac Tinsilt plus de 1000 quintaux métriques de sulfate de soude, qui seront utilisés à la salpêtrerie de Biskra. L'extraction du sulfate de soude est une industrie toute nouvelle en Algérie, due à M. Rouennet; elle a rendu un service réel à la salpêtrerie que le gouvernement a fondée à Biskra, car on était dans l'obligation de faire venir ce sel de France à grands frais, tandis qu'aujourd'hui on le paye un prix très-minime.

Au delà de ces lacs, la source chaude de Moul-es-Snam émerge du terrain secondaire par plusieurs bouillons dont la température varie de $22^{\circ},50$ à 23 degrés; son débit est de 15 à 20 litres par seconde.

Je suis arrivé à Batna le 2 mars au soir. Les journées du 3 au 5 mars inclus ont été consacrées à des études géologiques fort intéressantes. On trouve auprès de Batna les terrains crétacé et jurassique caractérisés, surtout le premier, par une abondance prodigieuse de fossiles.

Je suis parti le 6 mars pour le Hodna, où j'ai visité les puits artésiens creusés par ordre de M. le général Desvaux, et fait des études géologiques aussi complètes que possible pour bien me rendre compte de la marche des nappes artésiennes.

J'ai reconnu que c'est un terrain tertiaire marin (du tertiaire supérieur) qui donne les eaux jaillissantes. Il y a plusieurs cuvettes souterraines, nettement accusées par la stratification des couches, et dans chacune desquelles le thalweg représente un maximum d'eaux jaillissantes; ce thalweg souterrain renferme lui-même un point de débit maximum. Les principaux cours d'eau superficiels correspondent en général aux thalwegs souterrains. Dans chaque cuvette il y a un régime spécial de nappes souterraines et, par suite, d'eaux jaillissantes; il y a plusieurs nappes superposées à cause de

l'alternance fréquente des couches de grès sableux et de marnes. Les eaux de pluie qui tombent directement sur les affleurements des couches absorbantes et les cours d'eau abondants qui descendent des montagnes secondaires ou miocènes limitant au sud et au nord le bassin du Hodna, et qui passent sur les affleurements des couches tertiaires, servent à l'alimentation des nappes souterraines. Ici l'observateur peut se rendre compte avec facilité du mécanisme des nappes jaillissantes.

Les sources jaillissantes du Hodna obtenues jusqu'à ce jour sont en général assez faibles; leur débit varie entre 1 litre et 5^{lit},67 par seconde; leur température varie de 23 à 25 degrés, et leur profondeur de 130 à 160 mètres.

Ces sources diffèrent sous tous les rapports des sources artésiennes de l'oued Rhir. Elles proviennent de terrains essentiellement différents au point de vue géologique; aussi leur composition chimique est très-différente; les eaux artésiennes du Hodna sont généralement de bonne qualité comme eaux potables et bien supérieures, à cet égard, aux eaux de l'oued Rhir.

Je suis parti de Tobna (dans le Hodna) le 17 mars pour me rendre à Biskra, où je suis arrivé le 20 mars. J'ai consacré les journées des 18, 19 et la matinée du 20 à étudier le rocher de sel des environs du djebel Gharribou. Je tenais à comparer ce massif avec le massif semblable du rocher de sel des environs de Djelfa sur lequel j'ai fait un mémoire qui a été inséré dans les *Annales des mines*. J'avais été amené à considérer le rocher de sel des environs de Djelfa comme le résultat d'une éruption volcanique de boue, de sel et de gypse qui s'était produite à la séparation du terrain crétacé et du terrain tertiaire moyen.

Mes études sur le djebel Gharribou m'ont amené au même résultat. J'ai fait l'ascension du point culminant de cette montagne, et j'ai trouvé au sommet un véritable cratère au milieu d'un massif de calcaire crétacé. La montagne tout entière offre l'image d'un chaos; elle est ravinée et déchirée en tous sens; le sol résonne partout sous les pas du géologue; de grands puits verticaux d'une profondeur inconnue ouvrent aux eaux de pluie un passage souterrain à travers la masse de sel gemme, sur laquelle l'action dissolvante des eaux a laissé de nombreuses et fortes empreintes.

La nature est presque morte sur cette montagne, dont l'aspect inspire la terreur quand on se voit environné de tous côtés d'abîmes insondables, et que parfois une croûte mince de gypse à structure poreuse vous supporte et menace de s'écrouler à chaque instant sous vos pas.

Il serait très-imprudent de s'aventurer sur le Gharribou pendant la saison des pluies; on risquerait fort de perdre la vie en tombant au fond d'une crevasse dont on ne soupçonnait pas l'existence. Quelques rares *Helix*, des plantes grasses desséchées faute d'eau, et des traces de mouflons à manchettes et de gazelles rappellent au géologue que la vie n'a pas perdu tous ses droits au milieu de ces solitudes désolées. La descente du Gharribou est très-difficile, car nulle part on ne trouve de sentier, et l'on arrive presque à chaque pas sur le bord d'escarpements verticaux dont l'œil mesure, avec effroi, la profondeur. J'avoue que j'ai béni le ciel de m'avoir permis de regagner, sain et sauf, le guide que j'avais laissé au pied de la montagne pour garder les chevaux. Du reste, la grande sécheresse de l'hiver de 1860 à 1861 m'avait seule permis de tenter cette exploration difficile.

Le sel gemme est très-abondant sur la montagne et y forme des escarpements verticaux de 10 à 40 mètres de hauteur, séparés par des masses ébouleuses de gypse cristallisé en gros fers de lance et mélangé à une matière argileuse violette. Les Arabes se contentent d'exploiter les blocs de sel qui se détachent naturellement et roulent jusqu'au bas de la montagne; ils échangent sur les marchés du Zab une charge de sel pour une charge égale de dattes. L'exploitation du sel se fait surtout sur le versant sud du Gharribou.

J'ai quitté Biskra le 30 mars pour marcher à l'est, vers Khanga-Sidi-Nedji.

J'ai constaté que le terrain crétacé inférieur et le terrain nummulitique viennent former les dernières chaînes de montagnes qui limitent au nord le vaste bassin du Sahara. Au pied de ces montagnes, il y a une ligne continue de collines plus basses, formées, en allant de bas en haut, de couches de marnes brunes gypseuses, de calcaire blanc à cassure terreuse, de grès jaune à grain fin et de poudingues à gros galets. Ces couches appartiennent au terrain tertiaire supérieur (pliocène) d'eau douce, identique avec le terrain du même âge qu'on observe aux environs de Constantine; elles sont fortement redressées contre le massif secondaire et nummulitique qui termine le Tell, et plongent vers le sud ou le S. E. sous le bassin du Sahara; elles occupent tout le petit bassin compris entre l'oasis de Biskra, au sud, et la chaîne du djebel Sfa, au nord, et s'étendent à l'est bien au delà de Khanga-Sidi-Nedji, point jusqu'où je les ai suivies d'une manière continue. De ce côté, ces couches pliocènes sont recouvertes par les alluvions anciennes et modernes de l'oued Khanga-Sidi-Nedji (plus bas

oued el-Arab); mais elles affleurent dans le lit de la rivière auprès de l'oasis de Zeribet-el-Oued et jusqu'à 10 kilomètres environ en aval de ce point.

Le terrain tertiaire supérieur dont il est ici question renferme aussi des nappes jaillissantes considérables auprès de Biskra; c'est ce qui est démontré par l'étude géologique des lieux et la température des sources. A 1000 mètres environ sud du pied de la chaîne crétacée du djebel Sfa, il y a un gouffre d'une grande profondeur, de 30 mètres de diamètre, et dont l'eau, légèrement saumâtre, est à la température de 19 degrés. Il en sort un petit filet d'eau courante au moyen d'une profonde tranchée faite de main d'homme. Un deuxième gouffre de 40 mètres de diamètre et à la température de 18 degrés se trouve auprès de la source thermale sulfureuse située à 3 kilomètres environ N. O. de Biskra. Cette source thermale a une température de 45 degrés et débite 50 litres environ à la seconde; elle donne lieu à une forte émission de gaz; elle jaillit au fond d'une grande piscine qui sert de baignoire commune aux Arabes; elle est enfermée dans une construction arabe comprenant quelques pièces où l'on dépose les vêtements.

Entre les deux gouffres il y a de nombreux petits mamelons situés à peu près à la même hauteur, et au sommet desquels sont des joncs, indices de la présence d'une nappe d'eau souterraine. Cette nappe est jaillissante, car il n'y a pas de joncs dans la plaine au-dessus de laquelle s'élèvent ces mamelons.

Les eaux qui alimentent Biskra sont des sources thermales émergeant, à la température de 29°, 33, de gouffres situés dans le lit même de la rivière en plein terrain tertiaire supérieur. On supposait que ces sources, dont le débit minimum est de 300 litres à la seconde, provenaient des infiltrations supérieures de la rivière à l'aval d'el-Outaïa. Cette explication est inadmissible, car s'il en était ainsi les eaux de Biskra auraient une température beaucoup plus basse.

Dans l'oasis de Chetma située à proximité de Biskra, vers l'est, il y a dans le terrain tertiaire supérieur des mamelons isolés au sommet desquels on remarque de petites sources jaillissantes thermales. Les sources principales de l'oasis émergent au fond d'entonnoirs où l'eau fait bouillonner les sables.

1 ^{re} Source.	Température :	34°	Débit :	3 à 4 litres par seconde.
2 ^e	—	—	34°, 50	— 45 —
3 ^e	—	—	33°, 50	— 7 à 8 —
4 ^e	—	—	33°	— 50 —

L'oasis de Droueu, à l'est de Chetma, renferme 2 sources : l'une est à la température de 24°,75 et débite 20 litres par seconde; l'autre est à la température de 24°,50 et débite 50 litres par seconde; chacune d'elles jaillit au fond d'un entonnoir situé dans le calcaire d'eau douce du terrain tertiaire supérieur.

Toutes ces sources sont de véritables sources jaillissantes naturelles qui doivent leur thermalité à la profondeur d'où elles proviennent et dont le point d'émergence est en rapport avec les allures des couches tertiaires. Celles-ci sont pliées en effet, de manière à former une cuvette dont le thalweg se relève à partir de Biskra vers le N. E. Par conséquent, il est permis de supposer, ainsi que l'a fait M. Fournel, qu'un sondage réussirait auprès de Biskra; la température des principales sources artésiennes naturelles indique seulement que ce sondage devrait atteindre une profondeur assez considérable pour réussir, 200 à 250 mètres environ.

A l'ouest de Biskra, le terrain tertiaire supérieur disparaît; il se cache sous un terrain plus récent que je désignerai provisoirement sous le nom de *terrain saharien*. Je pense que c'est du terrain quaternaire.

Le terrain saharien est postérieur au terrain tertiaire supérieur dont je viens de parler, et il le recouvre le plus souvent en stratification discordante. C'est lui qui constitue le sol du Zab occidental et tout le Sahara depuis Biskra jusqu'à Ouargla, du N. N. E. au S. S. O., et d'Ouargla à Guerrara du S. S. E. au N. N. O. Ce terrain se compose essentiellement de sables quartzeux, de gypse (pierre à plâtre), de calcaire et de marnes.

Dans la province de Constantine, les sables, les gypses et parfois la marne brune dominant.

Dans le Sahara de la province d'Alger, entre Ouargla et Guerrara, c'est le sable et le calcaire qui dominent; le sable est parfois agglutiné et constitue un grès tantôt rouge, tantôt jaunâtre, tantôt blanc.

Dans le Zab occidental on voit de magnifiques sources jaillissantes émerger soit du terrain saharien, soit du terrain crétacé inférieur ou supérieur (nummulitique) à la limite du contact du terrain saharien. Ainsi l'aïn Oumach surgit par plusieurs bouillons; les uns sortent du terrain crétacé à la température de 27°,33 et débitent ensemble 124 litres par seconde.

Tout près de là, à quelques mètres de distance, il y a plusieurs gouffres, dans le terrain saharien, d'où émergent des sources jaillissantes; la profondeur a été trouvée de plus de 40 mètres pour

l'un d'entre eux. Un de ces gouffres débite 40 litres par seconde d'une eau à la température de $26^{\circ},33$. Un deuxième gouffre débite 50 litres par seconde d'une eau à la température de $26^{\circ},33$. D'autres sources émergent sur les deux rives du ravin d'Oumach, qui produit en somme un cours d'eau dont le débit est de 217 litres à la seconde.

A l'ouest d'Oumach, les sources de Bou-Chagroun émergent du terrain crétacé, à la température de 25° à $25^{\circ},33$, avec un débit total d'environ 400 litres par seconde, et pénètrent immédiatement dans le terrain saharien. Auprès de Zaatcha, les sources d'El-Meïda sortent d'entre les strates du calcaire nummulitique à la température de $25^{\circ},80$ et débitent 100 litres environ par seconde; elles sont utilisées immédiatement pour l'irrigation des jardins de palmiers situés dans le terrain saharien. Dans l'oasis de Tolga, au milieu du terrain saharien, deux sources jaillissantes voisines débitent ensemble 30 litres environ par seconde à la température de $19^{\circ},50$.

A l'extrémité sud de l'oasis de Lichana, les sources d'El-Meïda se sont grossies de nouveaux affluents et produisent un magnifique cours d'eau débitant 800 litres environ par seconde à 21° degrés.

Les sources qui alimentent l'oasis de Melilli, sortent du terrain saharien et produisent un cours d'eau dont le débit est de 200 litres par seconde.

Les sources considérables qui émergent dans le terrain saharien du Zab occidental ne peuvent être fournies par les eaux de pluie qui tombent dans l'espace très-restreint compris entre les bouillons de ces sources et le pied des montagnes crétacées qui limitent au nord le bassin saharien; la quantité d'eau de pluie qui tombe annuellement est en effet très-faible et le bassin hydrographique qui la reçoit est tout à fait insignifiant. La température élevée de certaines sources sortant du terrain saharien montre qu'elles viennent d'une assez grande profondeur; leur alimentation est assurée par les belles sources sortant des divers étages du terrain crétacé, sources dont les unes arrivent directement jusqu'au jour, et dont les autres passent souterrainement du terrain crétacé dans le terrain saharien. L'existence de nappes souterraines considérables dans le terrain crétacé de la province de Constantine est un fait remarquable et qui se comprend, du reste, quand on songe à la grande quantité d'eau de pluie ou de neige qui tombe d'ordinaire chaque année dans cette province.

On sait, en effet, qu'année moyenne il tombe environ $4^{\text{m}},60$

d'eau de pluie, soit deux fois plus d'eau à Constantine qu'à Alger.

De Tahir Rashou à Tougourt, où je suis arrivé le 14 avril, j'ai examiné toutes les oasis et la plus grande partie des sources artésiennes situées de part et d'autre de la route directe; j'ai fait le jaugeage d'un grand nombre de puits jaillissants arabes et de sources jaillissantes naturelles et celui de tous les puits artésiens creusés par ordre de M. le général Desvaux, au moyen du système Degousée.

Voici les débits des principales sources jaillissantes naturelles ou artificielles :

1^o Sondages français.

	Par minute.	Par seconde.	Profondeur.	Tempé- rature.
	lit.	lit.	m	o
3 ^e puits de Chegga.	270	4,50	50,00	23,80
Oum el Thiour, deux puits.	432	2,20	79,80	25,00
Sidi Khelil.	360	6,00	27,50	24,33
Ourlana	4375	22,92	65,47	25,00
Djama.	3134	52,48	69,00	26,00
Sidi Amran	4020	67,00	77,60	24,80
Tamerna Djedida.	2880	48,00	60,00	24,00
Sidi Rached.	4056	47,60	57,00	24,00
Braam.	2298	38,37	48,60	25,33
Rhamra, 1 ^{er} puits.	720	42,00	57,60	24,50
Rhamra, 2 ^e puits.	4848	30,80	»	24,25
Rhamra, 3 ^e puits.	4416	23,60	»	24,50
Sidi Sliman.	4843	30,72	74,97	25,80
El Ksour.	2496	36,60	49,64	26,33

2^o Puits jaillissants arabes principaux.

	Par seconde.	Profondeur.	Tempé- rature.
	lit.	m	o
Mraïer.	29,48	38,00	24,00
Tamerna Khedima, 1 ^{er} puits	26,00	»	25,50
Tamerna Khedima, 2 ^e puits.	20,00	»	24,66
Rhamra.	45,00	»	24,50
Harihira Aïn Djedida.	34,00	52,00	26,20
Maggar Aïn el hadjar.	75,00	75,00	26,80
El kessour Aïn Kesseralou.	23,00	»	»
Meggarin Aïn Sidi Moussa.	25 à 30,00	58,50	25,50
Tuggurt, puits n ^o 2 du Koudiat.	44,00	43,00	24,50
Tuggurt, puits n ^o 4 du Koudiat.	42,63	44,00	24,50
Tuggurt, Aïn Nadjadj.	2,70	54,50	24,75
Tuggurt, Aïn Blad.	2,62	52,50	24,50

3° Sources jaillissantes naturelles.

	Par seconde.	Température.
	lit.	
Behar de Necira.	10,00	24,66
Behar de Bared.	faible	23,00
Behar de Tindla.	faible	24,33
Behar Tassefurt d'Ourlana. . .	6,38	22,50
Behar Titellan.	faible	19,50
Behar Mamoussa à Mazer. . . .	10,00	22,00
Behar El haoueh à Mazer. . . .	28,00	21,00
Chriet er Rmel à Mazer. . . .	faible	17,50
Behar Malah à Zaouiat Rhab. . 8 à	10,00	23,50
Chriet Sidi hamadou	faible	20,66
Chriet Ouled Ben Ameur. . . .	faible	22,00
Behar Baba afferd Sidi Sliman.	5,00	18,00

Les débits obtenus par la sonde française sont, comme on le voit, très-importants et généralement supérieurs à ceux obtenus par le procédé arabe. — On sait que les arabes creusent, au moyen d'une simple pioche, des puits à section carrée de 1 mètre de côté.

Le débit augmente en marchant du nord au sud depuis Oum et Thiour jusqu'à Sidi Amran et Tamerna Djedida; il diminue ensuite à partir de Tamerna jusqu'à Tougourt, où il est, au maximum, de 12 litres par seconde, ce qui est un assez beau débit.

Les sources artésiennes naturelles de l'oued Rhir se divisent en deux groupes : les behour (*mers*) (au singulier behar) et les chriats.

Les behour sont de grandes nappes d'eau d'un diamètre variable, ordinairement 10 à 40 mètres, qui sont en communication avec des nappes artésiennes situées à diverses profondeurs. Ces behour ont une profondeur considérable si l'on en juge par la couleur vert foncé de leurs eaux; ils renferment les mêmes petits poissons qu'on trouve dans les puits jaillissants arabes, des Paludines, des Mélanies et des Mélanopsides. Le behar de Tougourt est le plus considérable de tous; sa surface est irrégulière; elle a 2000 mètres environ de longueur sur une largeur variable de 200 à 300 mètres; sa profondeur au centre, mesurée par M. Haouer, officier de tirailleurs indigènes, commandant à Tuggurt, est de plus 40 mètres.

Ordinairement les behour sont dans des terrains tout à fait plats; cependant quelques-uns se trouvent au milieu de terrains légèrement bombés; leurs bords sont coupés nettement et à pans

abrupts. Il est impossible d'admettre, comme on l'a supposé, qu'ils résultent de l'éboulement d'anciens puits creusés par les indigènes; les puits taris, ou puits *morts*, comme les appellent les Rouara, ne produisent que des mares infectes, le plus souvent sans aucun écoulement au dehors.

Les *chriâts* sont des sources existant au sommet de petits mamelons coniques de 3 à 4 mètres de hauteur au-dessus de la plaine saharienne. Au sommet de ces mamelons il y a une petite dépression dans laquelle la source forme une nappe d'eau vive. Une tranchée pratiquée sur le bord de cette cuvette donne écoulement à l'eau qui sert toujours à l'irrigation de quelques palmiers. Ces sources, dont la température est généralement peu élevée et le débit assez faible, se lient à un phénomène de nature volcanique qui a produit, de distance en distance, des soulèvements dans le terrain saharien. Il en est résulté de véritables cratères dont le centre est occupé aujourd'hui par la source. — La rupture et le soulèvement des couches sahariennes ont été déterminés probablement par une éruption de gaz à laquelle s'est réunie la pression exercée de bas en haut par les nappes souterraines jaillissantes. L'existence de ces gaz au milieu des nappes souterraines est démontrée par l'examen des puits arabes; il s'en échappe, en effet, de temps en temps, de grosses bulles gazeuses qui gênent parfois les puisatiers dans leurs travaux. La disposition cratériforme des couches est parfaitement visible autour du bouillon de l'Aïn Berrania, auprès de Sidi-Aniran, et l'examen de cette source conduit forcément à l'explication toute nouvelle que je donne de la production des *chriâts* et des *behour*; car les *behour* ne sont que des *chriâts* sur une grande échelle. La partie des couches qui a été redressée lors du soulèvement du *behar* s'est écroulée dans une nappe souterraine profonde, de manière à produire les grands cirques circulaires dont il s'agit. Il y a, du reste, une transition des *chriâts* aux *behour*, et la tradition arabe est d'accord avec l'explication que je donne ici. Les *behour* et les *chriâts* existaient antérieurement à la création des oasis, création qu'ils ont motivée; et, comme plusieurs de ces sources naturelles tarissaient avec le temps, les Rouara ont été amenés à creuser des puits pour suppléer à l'insuffisance de leur débit.

L'examen des *behour* et des *chriâts* m'a préoccupé d'une manière toute particulière, à cause de la nouveauté du sujet, et parce qu'il m'a démontré une fois de plus la possibilité de creuser avec succès des puits artésiens dans les environs de Biskra et dans les oasis du Zab. En effet, on a vu plus haut qu'il existe dans ces

régions des behour semblables à ceux de l'oued Rhir; dès lors, comme ces derniers, ils doivent être en rapport avec des nappes souterraines jaillissantes; cette conséquence me paraît incontestable. J'ai trouvé une autre application de ce principe dans la plaine de la Metidja, car j'ai signalé depuis longtemps l'existence de gouffres artésiens dans cette plaine.

À mes yeux, la plaine de la Metidja n'est autre chose qu'un Sahara en miniature.

Il y a à Ouargla des puits jaillissants assez beaux, dont le débit peut s'élever à 6^{lit},50 et même 10^{lit},40 par seconde. Je ne doute pas qu'on ne puisse obtenir à Ouargla et à Negoussa, au moyen de la sonde, sous les points de vue pratique et politique, des résultats presque aussi remarquables que ceux obtenus par M. le général Desvaux dans l'oued Rhir.

Il serait possible de jalonner par des sources la longue route d'Ouargla à Rdhamès qui traverse un pays complètement dénué d'eau, pendant vingt jours environ de marche.

Le plateau saharien qui s'étend au N. N. O. de Guerrara, en se relevant toujours doucement, est profondément découpé par la vaste dépression dans laquelle coulent l'oued Zegrir et son affluent oriental l'oued Seder. Les cultures de Guerrara sont arrosées au moyen de puits ordinaires creusés par les Mozabites au milieu des grès et des sables sahariens du fond de cette dépression, à des profondeurs qui varient de 15 à 38 mètres. Ces puits sont alimentés par les eaux d'infiltration qui viennent soit des alluvions de l'oued Zegrir, soit du terrain saharien lui-même.

Je ferai remarquer que le calcaire d'eau douce saharien avec Helix, Planorbes? et autres petits gastéropodes qui vivent actuellement dans les sources jaillissantes de l'oued Rhir, est très-développé autour de Guerrara. Ce calcaire présente parfois un aspect physique tout particulier; il est blanc, cristallisé, à grains très-fins, ou très-compacte. Il constitue parfois des couches régulières peu épaisses, exploitées par les Mozabites pour faire de grandes dalles avec lesquelles ils construisent des bassins où ils reçoivent l'eau tirée des puits. Ordinairement le calcaire d'eau douce du Sahara, caractérisé souvent par la présence de nombreuses petites Paludines, présente un autre aspect; il est gris cendré, ou noirâtre et bitumineux, à tissu très-compacte, à surface extérieure rugueuse et revêtue d'une espèce de vernis. La manière d'être toute différente qu'il montre à Guerrara peut induire en erreur, au premier abord, sur l'âge de ce calcaire et le faire supposer plus ancien qu'il ne l'est réellement; mais les fossiles d'eau douce que j'y ai recueillis m'ont

permis de le rattacher d'une manière incontestable au terrain saharien ou quaternaire.

Les calcaires tabulaires de Guerrara forment, tout près de l'oasis, une grande lentille enclavée dans les sables rouges, et sont supérieurs aux grès et aux sables sahariens qu'on a traversés dans les puits de Guerrara.

DEUXIÈME PARTIE. — *Itinéraire de Guerrara à Alger.*

J'ai quitté Guerrara le 5 mai pour me rendre à Gardeña, ville principale des Beni-Mozab, où je suis arrivé le 7 mai, après avoir campé sur le plateau qui domine la rive droite de l'oued En-Neça. Le terrain saharien de Guerrara se poursuit avec les mêmes caractères jusque sur les bords de l'oued En-Neça, auprès du Kef-Rakma. Mais là le terrain change de nature. La berge gauche de la vallée est coupée à pic sur 6 à 7 mètres de hauteur à partir de la crête, et se raccorde avec la petite plaine alluvienne de l'oued En-Neça, qui se trouve à 50 mètres environ en contre-bas, par un talus incliné à 30 degrés. Elle se compose à la partie supérieure de couches de calcaire blanc, tantôt cristallin à grains fins, tantôt compacte avec petites parties vitreuses; il a alors l'aspect du calcaire d'eau douce; on y trouve des concrétions siliceuses opalines et des nids de grès quartzeux rougeâtre. A la partie inférieure de la berge, le calcaire est écailleux et se mélange de sables jaunes quartzeux qui sont très-abondants sur le talus; certains bancs présentent une pâte blanche, terreuse, au milieu de laquelle il y a de nombreuses concrétions un peu rougeâtres, avec quelques grains de quartz vitreux. Il me paraît incontestable que ce calcaire blanc est bien un élément du terrain saharien, et qu'il remplace, sur la rive gauche de l'oued En-Neça, le gypse que nous avons vu former des couches épaisses et régulières dans la province de Constantine. Mais sur la rive droite de la rivière il est remplacé lui-même par du calcaire dolomitique blanc grisâtre saccharoïde, plus ancien d'âge, et appartenant probablement au terrain nummulitique anté-pyrénéen de M. Élie de Beaumont. Ce calcaire dolomitique constitue d'une manière générale le terrain auquel on a donné le nom de chebkha (réseau, filet).

Le pays des Beni-Mzab n'est pas une protubérance montagnieuse; c'est un plateau régulier qui s'élève d'une manière uniforme depuis la rive droite de l'oued En-Neça jusqu'auprès de la Dayat de Tilremt, à une journée de marche au sud de Laghouat. Ce plateau est formé, comme le terrain saharien, de couches

régulières, parallèles en général au relief extérieur du sol, et plongeant comme lui du N. O. au S. E. Il est découpé par de grandes vallées fortement encaissées, dirigées à peu près suivant la ligne de plus grande pente des couches, c'est-à-dire du N. O. au S. E. et allant se jeter à peu près parallèlement les unes aux autres, dans la grande dépression qui va d'Ouargla à Tougourt.

A l'exception de Guerrara qui est dans le terrain saharien, toutes les autres oasis sont enclavées dans la Chebkha qui s'étend au S. O., à l'O. et au N., bien au delà du pays occupé par les Beni-Mزاب. Ce terrain de Chebkha est très-fatigant pour les chevaux, parce qu'il se compose à la surface, presque uniquement, de calcaire cristallin très-dur, blanc grisâtre à l'intérieur, jaunâtre à l'extérieur, ordinairement dolomitique. On y trouve enclavées des couches d'argile de diverses nuances et des lentilles de gypse. Ce dernier est mélangé au calcaire et constitue une roche appelée par les Mozabites *kaddan*, à l'état cru, et *tinchemet*, à l'état cuit; c'est le *tinchemet* qui sert à faire le mortier, soit pour la construction des maisons, soit pour les magnifiques barrages sur lesquels repose en grande partie l'existence des oasis.

J'ai eu l'occasion de constater en plusieurs points du pays des Beni-Mزاب, à Berrian, à Bou-Noura et à Metlili, suivant une ligne dirigée N. S., l'existence d'un bruit souterrain qui est tout à fait comparable au bruit d'un torrent coulant sur des rochers. Les Mozabites l'attribuent à la présence d'un cours d'eau qui coulerait à travers les cavernes du calcaire dolomitique. Cette opinion me paraît très-rationnelle, car il existe dans ce calcaire de grandes fentes dans lesquelles les eaux de pluie peuvent s'engouffrer.

Il pleut ordinairement tous les ans dans les Beni-Mزاب; seulement la quantité d'eau qui tombe varie beaucoup d'une année à l'autre, et n'est pas concentrée dans une saison très-courte et constante, comme dans le Tell. Les grandes inondations, qui sont un bienfait inappréciable pour les oasis, n'arrivent parfois qu'après un intervalle de trois ans. De solides barrages en maçonnerie, construits avec beaucoup d'art, retiennent la plus grande partie de ces eaux et la font séjourner dans les plantations de palmiers au moyen de nombreuses conduites habilement distribuées.

Les Mozabites sont très-laborieux; un grand nombre émigre dans nos villes européennes pour amasser un petit pécule. Rentrés chez eux, les Mozabites consacrent leur avoir à acheter des terres et à faire de la culture pour laquelle ils ont un goût

tout particulier. Leurs travaux d'irrigation sont très-remarquables, et il a fallu à cette race une grande force de caractère et une intelligence agricole des plus prononcées pour créer de belles oasis au milieu de l'affreux pays qu'elle a choisi pour se mettre à l'abri des déprédations des nomades.

Dans la première partie de ce travail, j'ai évalué à 160 mètres environ la profondeur des puits artésiens à creuser dans l'oasis de Guerrara. On doit compter sur une profondeur au moins égale pour les puits artésiens des autres oasis; et, pour ne pas se trouver pris au dépourvu, il conviendrait de commencer les travaux avec un appareil de forage qui permette d'aller à 200 mètres, du premier coup. Dans la plupart de ces oasis, on pourrait installer l'appareil de forage sur un puits ordinaire abandonné, afin de profiter de la profondeur de ce puits pour diminuer le travail du forage.

Entre Laghouat et Boughezoul, la route carrossable traverse un terrain qui forme la transition entre le Sahara proprement dit et le massif montagneux du Tell, et qui a été désigné par diverses personnes sous le nom de région des steppes. Cette région se compose d'une série de plaines sahariennes séparées les unes des autres par des chaînes de montagnes appartenant généralement au terrain crétacé. Le massif montagneux le plus élevé de cette région mixte est celui du djebel-Sahari d'où les eaux s'écoulent au nord, vers le bassin fermé des Zahrez, et au sud vers l'oued Djeddi, affluent du Chott Melrhir, autre bassin fermé du Sahara oriental.

L'oued Malah, qui descend de Djelfa, est l'affluent le plus considérable du Zahrès-Rharbi; je l'ai suivi jusqu'à sa perte au delà des dunes d'El-Mesran, dans la plaine qui entoure le Chott. Les sables qui forment ces dunes sont en place et ont été exondés lors du retrait de la mer saharienne; le vent ne fait que modifier légèrement le relief extérieur de la surface, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, sans que la masse générale change d'assiette; la plupart des dunes du Sahara, entre Biskra et Ouargla, présentent le même caractère.

Entre le caravansérail de Guelt-ès-Settel et celui d'Aïn-Ousse-rah, se trouve le poste-café de Boucedraïa, situé sur la rive droite d'une dépression dirigée du S. O. au N. E., et encaissée d'une dizaine de mètres dans le plateau saharien qui la renferme. En raison de l'étendue du bassin hydrographique de l'oued Boucedraïa, en amont du poste-café, et de la pente des couches saha-

riennes du sud au nord, un sondage de 100 mètres de profondeur donnerait très-probablement, auprès du poste, de l'eau ascendante, sinon jaillissante, de bonne qualité.

L'oued Boucedraïa est un des affluents de l'oued Ousserah qui va se perdre dans le bassin saharien du haut Chélif et de ses affluents en passant au pied du caravansérail d'Aïn Ousserah, à travers une large coupure faite dans le terrain secondaire. Le terrain saharien qui a comblé en partie cette coupure et qui se prolonge au nord jusqu'à Chabouniah en passant par El-Krechem, présente les mêmes caractères que dans l'oued Rhir : ce sont des sables quartzeux jaunes, plus ou moins endurcis, passant parfois à l'état de grès concrétionnés rougeâtres ou jaunâtres ; parfois les sables sont un peu argileux et mélangés d'un grand nombre de cristaux épars de gypse coloré en jaune de miel. Le terrain a subi, comme dans l'oued Rhir, des dénudations parallèles au plan général des couches, et, comme la pente des couches est ici presque nulle, il en résulte des dépressions à sol plat, le plus souvent fermées et qui ont donné lieu aux diverses *dayats* comprises entre le poste d'El Krechem et Boughezoul. Le poste-café d'El Krechem est situé sur la route d'Alger, à mi-chemin entre le caravansérail de Boughezoul et celui d'Aïn Ousserah, au pied d'une haute colline qui se relie au plateau supérieur d'Aïn Ousserah, dont elle est un témoin allongé.

En examinant l'escarpement formé par la colline d'El Krechem, on reconnaît qu'il ressemble beaucoup à ceux des corniches de Guerrara et de Ouargla. Le grès rougeâtre y est très-abondant ; seulement il est généralement plus agglutiné ici que dans le Sahara ; quelquefois il est friable et se mélange de concrétions de calcaire jaune rougeâtre ou blanchâtre, avec grains de quartz ; le gypse se retrouve également par place, mais toujours à l'état farineux. Parfois le grès saharien renferme des galets de calcaire secondaire. La partie supérieure de la colline se compose de carapace calcaire d'un blanc brunâtre. A la base de l'escarpement, il y a un banc épais de 5 à 6 mètres de marnes vertes ou grises, avec veinules et cristaux de gypse ; elles forment une lentille qui, sur le flanc S. O. de la colline, se perd au milieu des marnes jaunes avec cailloux roulés.

Je me suis rendu directement d'El Krechem à Chabouniah où je suis arrivé le 27 mai. J'ai traversé un terrain plat, ayant subi des érosions peu prononcées, parallèles au plan général des couches, et qui donnent lieu à des *dayats* et à des corniches où l'on remar-

que souvent la physionomie des terrains de l'oued Rhir. On arrive à Chabouniah en montant toujours, mais faiblement, et en restant dans les couches qui affleurent au pied de la colline d'El Krechem. Comme le plateau supérieur d'El Krechem s'élève à 44 mètres au-dessus du niveau des *redirs*, et que la couche qui renferme ces *redirs* se prolonge jusqu'à Chabouniah, où elle est supérieure d'environ 73 mètres à la grande couche de marne grise traversée dans le sondage, on voit que l'épaisseur totale du terrain saharien du bassin du haut chélif est d'environ 117 mètres. En dessous vient la grande couche de marne pure, grise ou bleu verdâtre des sondages de Chabouniah et de Sbiteia. A Chabouniah, cette couche, qui a commencé à 73^m,18 de profondeur, renferme : *Leda subnicobarica*, *Pinna*, *Cristellaria*, *Cassis*, *Tornatella*, Nummulines, fossiles marins caractéristiques du terrain pliocène, d'après notre collègue M. Deshayes. Ainsi le bassin du haut Chélif présente une grande analogie de composition avec celui du Hodna, où plusieurs puits artésiens ont déjà réussi. A la surface, se trouve un manteau général de terrain saharien qui cache aux yeux le terrain pliocène marin dans lequel tous les sondages ont pénétré. Comme à Chabouniah et à Sbiteia les terrains saharien et pliocène avaient fourni des nappes ascendantes de bonne qualité pour la boisson.

De Chabouniah à Alger, j'ai rapidement traversé les montagnes secondaires du Tell et la plaine de la Metidja qui, je le répète en finissant, présente les mêmes phénomènes hydrologiques que l'oued Rhir.

M. Daubrée présente à la Société, de la part de M. Ébray, la note suivante :

Sur l'âge du granite syénitique du Beaujolais;
par M. Th. Ébray.

Description des filons injectés dans les schistes carbonifères
par le granite amphibolique.

Quand on suit la limite du granite syénitique depuis Montrotier jusqu'à Pontcharras, on remarque tout d'abord que cette limite est irrégulière, et qu'elle se termine en une série de dentelures très-accentuées.

En se dirigeant sur ces dentelures vers les terrains stratifiés, on remarque que chacune d'elles correspond à un filon qui traverse

d'abord les schistes anciens, puis les schistes carbonifères, et quelquefois même les poudingues de la base des *tufs porphyriques anthracifères*. Les filons qui s'échappent de la masse syénitique ne traversent pas celle-ci; nous allons d'ailleurs décrire les principales échancrures et les filons qui peuvent être considérés comme leur prolongement.

Le granite syénitique s'enfonce sur une largeur de plus d'un kilomètre dans la commune de Montrotier, vers la vallée du Tarranchin, en passant près du hameau le Moulin-à-Vent, et par Guerpillon. A mesure que cet énorme dyke s'avance vers le N. N. O., sa largeur diminue; on remarque en même temps que le facies minéralogique de la roche se modifie peu à peu, car on constate déjà au milieu des affleurements de la vallée précitée une pâte abondante qui fait passer le granite amphibolique à une sorte de porphyre de même nature; la pâte est rouge et le feldspath se présente sous forme de gros cristaux d'orthose d'une teinte rose-pâle.

Le passage de la texture granitoïde à la texture porphyroïde ne peut pas être attribué à l'existence de filons d'âges différents, car il se fait graduellement, et la roche porphyroïde s'ente ou se greffe à la masse syénitique sans donner lieu à des salbandes ou à d'autres caractères filoniens.

Au Moulin Goutail, dans le fond de la vallée du Tarranchin, le dyke n'a plus que 500 mètres d'épaisseur. En le suivant sur sa direction on voit qu'il traverse la montagne du Bois-Doiré et qu'il affleure à la Ronzière où sa puissance se trouve réduite à 200 mètres, sur le versant droit du ruisseau.

Sur le versant gauche, il se divise en deux ou plusieurs ramifications dont l'ensemble suit toujours la direction normale; elles traversent les sommités du Bois-Marmont, où elles n'ont plus que 10 à 15 mètres d'épaisseur.

Dans la région que nous venons de décrire, le granite syénitique, devenue une sorte de porphyre rouge, s'est fait jour au travers des couches des schistes micacés et des schistes anciens; plus loin, comme nous allons le voir, il traverse les schistes carbonifères et les poudingues de la base du terrain anthracifère.

Des sommités du Bois-Marmont, le filon se dirige sur Saint-Marcel où affleurent les schistes carbonifères et les poudingues; il acquiert une assez forte épaisseur sur le versant gauche de la vallée de Saint-Marcel. Des carrières de pierres de construction et de gor permettent de le suivre sans difficulté; il peut d'ailleurs

être très-bien étudié sur le bord de la route de Tarare à Feurs, au-dessus du village où il forme le sommet d'un mamelon qui a forcé la route à faire un grand contour.

Ici il est coupé par un filon de porphyre plus récent; ce porphyre est très-variable, sa couleur est moins foncée que celle du porphyre rouge, ses cristaux sont petits; il traverse d'ailleurs toujours toute l'épaisseur des grès anthracifères; étranger à la question qui nous occupe, nous l'étudierons dans un autre mémoire.

Après une interruption due à ces émissions plus récentes, le filon croisé reparaît dans la vallée de la Turdine; il reste toujours fidèle à sa direction N. 28 degrés O.

On le reconnaît encore sur les flancs du Mont-Giron, où il traverse, vers le sommet, les schistes carbonifères; de ce point la masse filonienne se dirige vers la vallée de la Chanelière pour être coupée par la route de Tarare à Amplepuis, à 2 kilomètres au-dessous de Charpenay, au milieu de ces mêmes schistes.

Vers le faite de séparation des deux bassins hydrographiques, règne la grande formation hybride des tufs porphyriques; c'est ici que j'ai perdu la trace de ce filon qui paraît s'arrêter immédiatement sous les poudingues.

En reprenant l'étude du massif principal, on constate que la masse syénitique donne naissance à un autre filon qui affleure vers Montmenot et les Humbert, à 1 kilomètre environ à l'est de celui de Saint-Marcel. Il se dirige parallèlement au premier, c'est-à-dire vers N. 28 degrés O., traverse la vallée du Tarrachin, un peu en avant du confluent du ruisseau de la Ronzière, et passe au col du Mont-des-Fourches pour reparaître dans la vallée du ruisseau de Tulin où il a été exploité pour les besoins du chemin de fer.

Dans cette première région, le filon traverse les schistes anciens; mais un peu plus loin il passe dans les schistes carbonifères du mont Chalosset.

Cette montagne se compose, en effet, à la base, de schistes anciens; sur son flanc affleurent les schistes carbonifères, et l'on observe les poudingues à Chalosset comme à Coquary; près de cette dernière localité ils descendent même jusqu'au fond de la vallée.

Le granite syénitique devenu ici, comme sur le trajet du filon précédent, une sorte de porphyre par le développement progressif d'une pâte pétro-siliceuse s'arrête au poudingue sans le traverser.

Le filon que nous étudions reparaît sur les deux versants de la vallée de Turdine; on le voit affleurer sur la route impériale,

vis-à-vis de l'usine de M. Chatelus, de là il se dirige vers Montagny où il rentre dans les schistes carbonifères, passe à Gonnet un peu au nord-ouest de Cantibas, où il vient encore buter contre les poudingues. On le suit même plus loin, le long du chemin qui conduit à Peisselay. Aux environs de cette localité, surtout sur le flanc et sur le sommet des montagnes, les poudingues prennent un grand développement, et c'est probablement cette circonstance qui ne permet pas de suivre ce filon plus loin.

Entre les deux branches que nous venons de mentionner se développe un filon intermédiaire de même nature, semblablement orienté, mais qui ne s'ente pas sur la masse principale; il traverse le tunnel de Tarare et suit le versant gauche de la vallée de Peisselay pour se terminer en un grand culot dont on constate la présence au fond de cette vallée, un peu en amont du hameau de Peisselay.

Les environs de Saint-Forgueux forment un centre d'échappement fort remarquable.

Le massif granito-syénitique se projette dans ce village sous forme d'un grand dyke qui se divise bientôt en deux ramifications distinctes séparées entre elles par la montagne de Jaloffy.

Comme nous l'avons vu pour les autres filons, au fur et à mesure que leur épaisseur diminue, la roche perd son aspect granitoïde; il se développe une pâte orthosique rouge, au milieu de laquelle se détachent les cristaux essentiels et accessoires.

Ces deux filons sont orientés comme les autres sur N. 28 degrés O.; le premier passe un peu à l'est de la montagne de Jaloffy; il a été exploité dans la Goutte Vignole, traverse le chemin de fer, entre cette goutte et celle du Merdillon, affleure de nouveau à la Grange Cléard, où il fournit de l'arène, coupe les schistes carbonifères au-dessus de Montagny, et se dirige dans la vallée du Souanin; de là il passe dans celle de Langenève et se perd vers le faite de séparation des deux bassins hydrographiques, occupé par les tufs porphyriques.

La deuxième ramification suit la première à une distance de 4 kilomètre à peu près; elle s'élargit beaucoup en amont de Valsonne vers le confluent du ruisseau du Souanin et de celui de Langenève, où il traverse les schistes carbonifères et les poudingues. Il reparait tout près du faite au fond du cret Munet; interrompu sur ce faite par l'apparition des tufs porphyriques, on l'aperçoit de nouveau sur l'autre versant.

On constate encore d'autres filons de même nature au nord-est de Valsonne; nous nous abstenons d'en donner la description

puisqu'elle ne ferait que corroborer les faits que nous venons de constater. Relatons, en passant, que le granite syénitique a partout profondément métamorphosé les roches encaissantes (1).

Remarques sur le mode de sortie de la roche éruptive.

Un fait assez constant est l'augmentation d'épaisseur de ces filons dans la profondeur ; en effet, nous avons presque toujours constaté une épaisseur assez grande dans le fond des vallées et un amincissement sensible vers les points culminants. Cette disposition des lignes d'épanchement se rapproche singulièrement de celles des joints de rupture d'une voûte qui se serait affaissée aux environs de la clef.

Un autre fait non moins constant est le dérangement insignifiant des strates aux abords des filons ; très-souvent les couches suivent, de part et d'autre des salbandes, leurs allures régulières, et les dislocations, quand elles existent, sont tout à fait incompatibles avec l'idée d'un brisement dû à la force soulevante de la roche éruptive.

Nous sommes donc forcé d'admettre que des fractures se sont produites par une cause générale, due sans doute au refroidissement du globe, et que les formations maintenues à l'état pâteux dans la profondeur se sont introduites dans ces fentes préexistantes en exerçant sur la roche encaissante des frottements qui parfois ont dérangé les allures des couches. Ces fentes peuvent, d'ailleurs, correspondre à des failles, quand les lambeaux disjoints ont été affectés d'un mouvement relatif suivant la verticale.

Partant de ces données, on peut, jusqu'à un certain point, retracer les phénomènes qui ont dû se produire à ces époques reculées. On doit admettre que la loi suivant laquelle la terre se refroidit est une loi régulière, puisque rien n'autorise l'introduction d'irrégularités importantes dans les causes réfrigérantes. Il faut donc supposer aussi que les roches cristallisées, qui précèdent immédiatement les formations schisteuses anciennes au milieu desquelles la vie végétale et la vie animale ont pris naissance, se sont formées à une température relativement assez basse.

Sur ces roches non encore consolidées sont venues se déposer les premières formations sédimentaires dans des conditions bien différentes de celles que nous observons aujourd'hui.

(1) *Nouveaux renseignements sur la minette du Rhône*, par Th. Ébray (*Ann. de l'Acad. des sciences de Lyon*, 1864).

Les grandes formations carbonatées ne s'étant pas encore déposées, une grande partie des eaux marines se trouvant d'ailleurs suspendue dans l'atmosphère, la pression barométrique devait atteindre une intensité énorme sous laquelle l'eau à une température supérieure à 100 degrés devait exercer son action désagrégeante, accompagnée de toutes les réactions chimiques qui prenaient, suivant les belles expériences de M. Daubrée, une activité particulière sous l'influence hydro-thermale.

De là les gneiss avec leurs minéraux accidentels, les micaschistes et autres formations affectées de métamorphisme normal ou régional, mais qui, à mon avis, sont ce qu'elles doivent être et ce qu'elles ont en général toujours été.

Cette période a dû être de longue durée et doit comprendre tout le temps qui a été nécessaire pour abaisser la température à celle qui fût compatible avec les premiers organismes; aussi les gneiss ont quelquefois des puissances énormes, 3 à 4 kilomètres, suivant M. Grüner. (*Description géologique du département de la Loire*, p. 86.)

Pendant leur formation, les roches cristallines et une partie des premières roches stratifiées ont dû être rejetées dans la profondeur, précisément à cause de la puissance de ces dernières, et l'on peut admettre que celles-là sont restées à l'état pâteux.

Les roches carbonifères sont venues à leur tour recouvrir ces premiers sédiments, et c'est à la fin de cette période que se sont produites, par l'écroulement de la voûte terrestre, les fentes qui ont donné lieu aux épanchements des matières tenues à l'état pâteux dans la profondeur, et dont nous avons décrit les filons. Il ne faut pas être étonné de retrouver à notre époque les dépôts carbonifères transformés en schistes micacés, car ils ont pu aussi être rapprochés du centre de la terre et ramenés à la température à laquelle, sous l'influence de l'eau, certains cristaux ont pu prendre naissance.

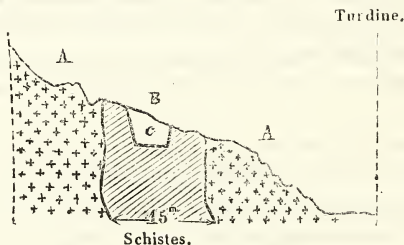
La température à laquelle le granite syénitique, occupant alors la profondeur, a dû s'introduire dans les fentes, a été assez élevée, car elle a été suffisante pour ramener les schistes carbonifères à un état tel, que le mica a pu largement se développer sur 3 ou 4 mètres d'épaisseur à partir des salbandes. Le mica est, en général, disposé parallèlement aux salbandes, ce qui éloigne toute idée d'injection; il a pu très-bien se développer aux dépens de la roche elle-même, sous l'influence de la chaleur et de l'eau hygrométrique.

Je termine ces renseignements sur le mode d'éruption du granite syénitique en faisant remarquer que, malgré la disposition

rectiligne des filons, les matières d'épanchement ne sont pas toujours arrivées au jour dans toute l'étendue des fentes; je mentionnerai à ce sujet un fait assez curieux qui s'est produit dans nos travaux.

Le chemin de fer de Tarare est tracé en flanc de coteau entre cette localité et le tunnel de Sauvage; il coupe vers la ferme de Brécul le filon de Saint-Marcel que nous avons décrit, et les entrepreneurs espéraient trouver dans ce filon et dans les déblais les matériaux nécessaires à la construction des travaux d'art. Il n'en fut rien cependant, car le tracé du chemin de fer rencontre en ce point une interruption, en général assez rare, qui peut être représentée de la manière suivante (1) :

Coupe du chemin de fer suivant l'axe du filon.



- A — Pointes du porphyre indiquant le passage du filon.
- B — Interruption schisteuse de 15 mètres de largeur.
- c — Déblai du chemin de fer.

De l'assimilation de la syénite du Beaujolais au porphyre granitoïde.

De Bonnard décrit dans son *Aperçu géognostique des terrains* (1819) le porphyre granitoïde de la manière suivante : « Porphyre à pâte pétro-siliceuse contenant des grands cristaux de feldspath, quartz, mica ou amphibole; ce porphyre passe alors au granite ou à la syénite. » En 1819 on ne pouvait pas demander une diagnose plus exacte du granite syénitique du Beaujolais. Le savant mineur ne donne pas de renseignements précis sur l'âge de cette roche, en somme incomplètement définie par le seul caractère minéralogique, et il faut rechercher dans les ouvrages plus récents des renseignements plus positifs.

M. Gruner établit, dans son ouvrage sur la géologie de la Loire,

(1) Les interruptions, si elles ne se manifestaient pas sur toute la largeur du filon, pourraient s'expliquer aussi par des empâtements.

que le porphyre de Boen, auquel il donne aussi le nom de porphyre granitoïde, traverse les schistes carbonifères et s'arrête aux grès anthracifères.

Notre mémoire montre que la syénite du Beaujolais présente les mêmes allures que les porphyres de Boen; il faut donc admettre l'assimilation de deux roches éruptives; cependant M. Grüner n'a pas admis cette assimilation, car il dit que deux roches aussi minéralogiquement différentes ne peuvent pas avoir surgi en même temps suivant deux directions différentes.

Écartons la première objection, puisque d'abord M. Grüner fait remarquer que les roches éruptives d'une même période peuvent varier d'aspect et de composition; mais remarquons cependant que la différence de composition, quand on reconnaît le peu d'importance de la grosseur des grains, de l'abondance du mica, etc., est loin d'être radicale.

D'abord nous savons que l'orthose ne passe à l'albite, c'est-à-dire au sixième système, que quand la substitution de la soude à la potasse dépasse la moitié; or, l'analyse du granite porphyroïde de Boen faite par M. Grüner donne un peu plus de potasse que de soude (1).

Ensuite, comme le fait observer M. Delesse, dans tout porphyre, il y a une pâte de composition très-variable, et, jusqu'à ce que l'on ait procédé à une analyse particulière des cristaux de feldspath, on ne saurait être fixé sur la nature de ces cristaux. Il est même fort présumable que ce feldspath n'est pas de l'albite, puisque jusqu'à ce jour ce dernier minéral ne s'est pas rencontré régulièrement dans les roches éruptives anciennes.

D'un autre côté, existerait-il même des cristaux du sixième système dans le porphyre de Boen, que je me reporterai à l'observation de M. Fournet qui trouve dans le granite du Beaujolais deux feldspaths différents.

La syénite est, comme le porphyre granitoïde, assez pauvre en quartz, et M. Grüner reconnaît lui-même que ce minéral devient plus abondant à l'Argentière et au sommet du Mont-d'Urfé.

Enfin, un caractère tout particulier rapproche les deux roches en question; ce caractère est la présence de l'amphibole, non-seulement dans la roche éruptive elle-même, mais encore dans les roches encaissantes (2) exomorphiques.

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 4859.

(2) *Description géologique du département de la Loire*, p. 442-347.
Soc. géol., 2^e série, tome XXII.

Si nous examinons maintenant la direction des fentes d'éruption, nous dirons avec M. Grüner : *Il n'est guère plus facile de bien déterminer la direction primitive du porphyre granitoïde que celle du calcaire carbonifère* (1).

En effet, on ne peut pas s'appuyer sur la limite commune de la roche éruptive et des schistes carbonifères, car cette limite résulte des érosions diluviennes qui ont défiguré les limites primitives; une méthode un peu plus sérieuse consisterait à étudier les véritables fentes d'éruption, c'est-à-dire la direction des filons et des dykes, et ici l'ouvrage de M. Grüner donne pour la direction du filon de Billard, N. 30 degrés O. C'est précisément, à 2 degrés près, la direction des nombreux filons que nous avons décrits.

Donc, en résumé :

Le granite syénitique du Beaujolais doit être assimilé au porphyre granitoïde de Boen :

1° Parce que ces deux porphyres ou granites ont rempli les fentes de dislocation à la même époque ;

2° Parce que les filons des deux roches sont semblablement orientés ;

3° Parce que la composition minéralogique du porphyre de Boen et celle de la syénite du Beaujolais offrent des points de rapprochement très-nombreux.

M. Virlet fait la communication suivante :

Phénomènes géologiques observés dans la tranchée de la rue de Rome. — Formation des couches de grès, par transports moléculaires de la matière du ciment; par M. Virlet d'Aoust.

Dans un mémoire intitulé : *Notes sur quelques phénomènes de déplacements moléculaires qui se sont opérés dans les roches, postérieurement à leur dépôt*, et remontant déjà à 1845 (2), nous avons fait voir que les concrétions nodulaires, en se multipliant et en se développant, avaient quelquefois fini par donner naissance à de véritables couches, qui ont, comme par exemple la ménilithe, et comme conséquence de leur mode de formation, des surfaces

(1) *Description géologique du département de la Loire*, p. 314.

(2) *Voy. Bull. soc. géol. de France*, 2^e sér., t. II, p. 498, voy. aussi au t. XV, p. 498.

ordinairement mamelonnées et ondulées; que les grandes masses de grès de Fontainebleau ne sont réellement que des nodules très-développés aux formes mamelonnées sphéroïdales indiquant leur origine concrétionnée.

Un exemple très-curieux, montrant d'une manière très-claire comment les bancs de grès se forment par concrétions successives, se trouve en ce moment mis à découvert, dans une tranchée pratiquée pour le percement de la rue de Rome, à travers l'antique colline des *Grésillons*. Nous engageons les membres de la Société à aller vérifier ce fait intéressant, avant qu'il ait complètement disparu, avec la colline, sous les efforts des terrassiers.

La partie de cette colline comprise entre les rues de la Pépinière et de Vienne appartient entièrement à l'étage du terrain tertiaire désigné sous le nom de *grès et sables moyens* dits de *Beauchamp*, qui constitue les quartiers nord-ouest de Paris.

Voici la série des couches recoupées par la tranchée qui n'a pas moins de 13 mètres de profondeur vers la rue de Stockholm, son point culminant (1) :

1° A partir de la rue de la Pépinière jusqu'à l'extrémité de l'ancienne impasse d'Argenteuil, régnait sans être recouverte une puissante assise de sables d'un jaune verdâtre un peu marneux dans laquelle a été creusé le *grand canal collecteur* des eaux de Paris. Ce grand canal, qui part de la place de la Concorde, va porter à Asnières, en passant sous les Batignolles, la plus grande partie des eaux des égouts, que la Seine, au grand détriment de la salubrité publique, des baigneurs et des blanchisseuses, recevait, il n'y a pas bien longtemps encore dans Paris même. La tranchée n'a mis cette puissante couche à découvert que sur 5 à 6 mètres de hauteur, laissant la partie inférieure former le sol de la nouvelle rue (la puissance de cette assise est sur quelques points de 15 à 20 mètres).

2° A ce banc de sable succède une couche de 50 à 60 centimètres de puissance, rarement plus, d'un calcaire marneux blanchâtre, très-friable. Cette couche a cela de particulier, qu'elle sert de limite et de séparation entre deux nappes aquifères donnant lieu à des phénomènes de transports moléculaires tout à fait différents. La nappe aquifère inférieure, qui alimente tous les puits du quartier (2), transporte particulièrement de la chaux, à laquelle

(1) L'*Illustration* du 7 janvier 1865 en a donné une vue très-pittoresque.

(2) On a dit que c'était cette même nappe qui, partant des hauteurs

sont dues les concrétions calcarifères sur lesquelles nous nous étendrons ci-après. La nappe aquifère supérieure charrie, au contraire, de la silice, et a donné lieu à la formation de nodules de grès siliceux et à des plaquettes de silex corné ou *ménilithe*, dont une partie est encore à l'état de quartz nectique.

3° Au banc de calcaire marneux succède ensuite une nouvelle assise de 20 à 30 centimètres de sable jaune verdâtre tout à fait identique avec le précédent; ce sable est recouvert lui-même par une

de Belleville et de Chaumont, vient parfois inonder les caves des quartiers Saint-Martin et Saint-Denis, inondations qu'on avait attribuées aussi, bien à tort, dans ces derniers temps, à des crevasses qu'on supposait s'être produites dans le plancher étanche de béton du canal Saint-Martin. Ce sont là des erreurs qu'il est facile de démontrer par les altitudes. En effet, l'ancien télégraphe, point le plus élevé de Belleville, et où la ville de Paris a établi l'un de ses réservoirs destinés aux eaux de la Dhuis, est à 128 mètres au-dessus du niveau de la mer; le niveau moyen des rues Saint-Denis et Saint-Martin n'étant qu'à 33 mètres au-dessus de ce niveau, la différence des altitudes est de 95 mètres. Or, si l'on tient compte des terrains qui constituent ladite butte, on trouve, en prenant des épaisseurs moyennes très-modérées, une puissance d'environ 104 mètres au-dessus des sables inférieurs de Beauchamp, qui seraient ainsi à 9 ou 10 mètres plus bas vers Belleville que vers la Seine. La pente générale du terrain vers les quartiers du nord-est serait donc, comme dans ceux du nord-ouest, du sud au nord, d'où l'on doit tirer la conséquence de ce fait important, que les buttes Montmartre, Chaumont, Belleville, etc., ne seraient pas dues à un soulèvement d'une partie du terrain, mais seraient tout bonnement d'anciens *témoins* des dénivellations érosives qui ont successivement modifié le sol du bassin parisien.

Coupe en partie théorique des terrains à Belleville.

1° Sables jaunes, ferrugineux du sommet, principalement exploités pour l'usage des cafés de Paris, de environ.	Mètres. 40
2° Marnes vertes et bleues, supérieures aux gypses (il est facile d'en reconnaître la coupe, par les tranchées que fait pratiquer en ce moment la ville pour la transformation des buttes Chaumont en promenade publique).	20
3° Étage des gypses.	30
4° Marnes inférieures aux gypses	40
5° Calcaires et marnes, dits de Saint-Ouen.	25
6° Couches supérieures aux sables inférieurs de Beauchamp	9
Total.	104

épaisseur de 40 à 50 centimètres d'autres sables blancs dans lesquels se sont formés une série de très-jolis petits rognons aplatis de grès à ciment siliceux. Leur surface mamelonnée, due à la réunion de plusieurs sphéroïdes noduleux, indique parfaitement leur mode de formation.

Ces sables forment avec le calcaire qu'ils recouvrent un horizon bien caractérisé et assez constant.

4° Viennent ensuite, en dernier lieu, une série de petites couches de calcaire friable comme le précédent, et de marnes blanchâtres, de 10, 20 ou 30 centimètres d'épaisseur, quelquefois entremêlées de lits de sable et séparées par de minces interstices de quelques centimètres seulement d'argile d'un brun roux tranchant avec le blanc des marnes et donnant à l'ensemble des couches un aspect rubané, quelquefois ondulé. Ces petites couches d'argile, colorées par des matières organiques (elles blanchissent au feu), affectent la structure feuilletée des schistes bitumineux. Enfin, au milieu de ces assises marneuses et calcarifères se sont formées à différents niveaux les plaquettes, parfois zonaires, de silex ménilithe et de quartz nectique, précédemment signalées.

En continuant cette coupe un peu plus au nord, on rencontrerait les grès et les marnes strontianifères signalés par M. Charles d'Orbigny, à la tranchée qui avait été pratiquée par les docks Napoléon (voy. son *Tableau synoptique des terrains et des couches composant le sol du bassin de Paris*). D'où a pu provenir la strontiane qui a évidemment joué ici, comme la silice et la chaux dans les deux nappes aquifères inférieures que nous venons de signaler, le rôle de matière concrétante? La réponse à cette question, en l'absence d'observations précises, ne peut guère être faite d'une manière affirmative, et nous devons nous borner aujourd'hui à supposer qu'elle a très-probablement été amenée par quelque source minérale.

Bancs de grès calcarifère. — C'est dans la grande assise des sables inférieurs que se trouvent les bancs de grès, sur la formation desquels nous avons surtout voulu attirer l'attention de la Société. On a d'abord rencontré dans ces sables d'énormes rognons, très-irréguliers de grès calcarifère, renfermant quelquefois, mais très-rarement, les coquilles caractéristiques du terrain. Au-dessus de ces rognons qui tantôt ressemblent à des boulets ou à des bombes, tantôt à des géodes de formes plus ou moins bizarres (1)

(1) Une de ces géodes, ouverte par sa partie supérieure, et à laquelle venaient s'accoler d'autres lentilles la faisant ressembler à une espèce de

et paraissant disséminés sans ordre, s'est présentée une autre série de nodules discoïdes, disposés en lignes. A mesure qu'on s'avanceit au nord, dans la colline, ces disques prenaient de plus en plus de développement et se rapprochaient, puis ont fini par se confondre et par former plusieurs bancs continus de grès qui barraient complètement la tranchée.

Cette circonstance géologique, curieuse pour la science, a rendu le percement beaucoup plus long et beaucoup plus dispendieux, parce que l'autorité, en raison des dangers qu'auraient pu faire courir aux passants des coups de mines, n'a pas voulu autoriser l'emploi de la poudre pour l'abattage de cette roche; on a donc été obligé de la faire sauter à coup de masse et à l'aide de coins de fer, sur une étendue de plus de 120 mètres. Heureusement que le terrain inclinant légèrement au nord, en sens inverse de la pente de la rue, ces bancs ont fini par disparaître dans le sol, un peu au-dessus de la rue de Stockholm. Ces grès calcarifères, après leur exposition à l'air, c'est-à-dire quand ils ont perdu une partie de leur eau de carrière, deviennent assez durs pour être exploités, sur plusieurs points du bassin de Paris, comme pavés.

Grès de formation marine actuelle. — Cet exemple saisissant de la formation, peut-être très-récente et pouvant même se continuer encore aujourd'hui, nous porte d'autant plus à admettre que la plupart des grès se sont formés d'une manière analogue, postérieurement au dépôt des sables qui ont servi à les constituer, que nous avons en quelque sorte assisté, il y a déjà plus de trente ans, sur les plages sablonneuses de la Grèce, à la formation de grandes plaques et même de couches de grès, par l'agglutination des sables du rivage par un ciment également calcaire. Ce ciment était évidemment fourni par la mer; car ces grès où se rencontrent parfois, ainsi que nous l'avons fait connaître, des débris de céramique, ne se forment que dans la zone de flot, et ce qui le prouve, c'est que d'une part les sables cessent de s'agglutiner aux points extrêmes où les eaux de la mer, quand elles déferlent sur la plage, ne peuvent plus atteindre, et de l'autre que sa formation s'arrête également court à la ligne du niveau constant de la mer. Il n'y a d'exception à cette règle qu'en cas d'affaissement ou d'exhaussement du sol, ainsi que nous en avons reconnu un exemple, dans la presqu'île d'Anavoulousa, de l'île de Myconos

tête de chou gigantesque, restée longtemps à la surface du sol en forme de témoin, attirait surtout l'attention des passants, qui la prenaient généralement pour une coquille fossile !...

(Archipel), où un de ces bancs de grès a été soulevé, par un mouvement de bascule, sous une inclinaison de 20 à 25 degrés (1).

Il résulte pour nous de ces observations un fait qui nous paraît assez bien démontré, savoir : que les grès ne se forment pas et ne peuvent guère se former au fond de la mer; que les sables doivent y rester constamment à l'état meuble et que ce n'est qu'après leur émergence que ceux-ci peuvent s'agglutiner, parce que la chaux tenue en dissolution, soit par les eaux de la mer, soit par celles d'infiltration, a besoin de se combiner avec l'acide carbonique pour pouvoir se concréter à l'état de carbonate.

Nodules de phosphate de chaux. — Nous profitons de l'occasion que nous donne la présente communication pour relever l'erreur où sont tombés quelques géologues, relativement à l'origine des nodules de phosphate de chaux des sables verts et autres étages de la craie qui ne sont pas plus des coprolithes que des masses roulées ou remaniées. Ces rognons, généralement d'un vert noirâtre et de formes assez bizarres, n'affectent pas il est vrai, la régularité ordinaire des concrétions calcaires et ferrugineuses, mais ils n'en ont pas moins été formés, comme celles-ci, par un transport moléculaire du phosphate de chaux, très-probablement emprunté aux débris organiques des terrains avoisinants. Ainsi que cela a ordinairement lieu pour ces sortes d'imbibition, ce sont principalement les fossiles du terrain même qui ont servi de centres d'attraction. La présence de ces seuls fossiles des sables verts dans les rognons est donc bien plutôt la preuve de leur mode de formation postérieure dans les sables, qu'une preuve de provenance arénacée. En examinant d'ailleurs ces nodules avec soin, on reconnaît facilement qu'ils empruntent leur couleur au terrain même qui les renferme et qu'ils contiennent tous les éléments de celui-ci, agglomérés par la matière concrétante adventive, c'est-à-dire le phosphate de chaux (2).

(1) Voyez la planche II, figure 3, de notre coupe générale de Myconos, dans l'Atlas du grand ouvrage de l'*Expédition scientifique de Morée*, et à la page 57 du tome II, 2^e partie du texte. — C'est au même phénomène maritime de la zone de flot, que sont également dues les concrétions mamelonnées, botrioides, de carbonate de chaux, colorées en noir par des matières organiques, que nous avons également fait connaître, comme indiquant la limite de cette zone de flot, tout le long du rivage rocheux et calcaire du cap Ténare (Matapan) et que nous avons fait aussi figurer, planche IX, figure 2.

(2) Ce mode de formation une fois bien constaté par nous, nous nous en sommes souvent servi pour faire promptement et facilement

C'est donc avec raison que MM. Raulin, d'Archiac, Leymerie et Buvignier ont soutenu contre l'opinion d'Alcide d'Orbigny, que les rognons ou nodules phosphatés des sables verts de Novion, de Machéroménil et de Saucés, département des Ardennes, n'étaient pas des cailloux roulés ou remaniés, mais des masses qui s'étaient formées par concrétions postérieures dans les couches mêmes qui les renferment, à la manière des silex de la craie (1).

De quel banc, d'ailleurs, proviendraient ces masses de phosphate de chaux? Sans doute, au lieu de petits nodules clairs-semés qu'on rencontre généralement, il aurait pu se former une couche de grès à ciment de phosphate de chaux, comme il s'en forme à ciments siliceux, calcaires ou ferrugineux; mais malheureusement pour l'agriculture, dont les phosphates sont reconnus être aujourd'hui l'amendement le plus puissant et le plus énergique des terres arables, rien de semblable n'a encore été observé dans notre sol crayeux, où l'exiguité des nodules témoigne, au contraire, de la rareté du phosphate de chaux, leur élément constituant; dans les Ardennes, par exemple, où l'on commence à les exploiter sur de nombreux points, notre collègue M. Alfred Caillaux a constaté que la masse des nodules est tout au plus de deux et demi pour cent de la masse du terrain qui les renferment.

Une preuve de ce mode de formation peut encore se déduire d'une observation très-intéressante faite par M. Charles de Molon, le grand dénicheur de phosphates français, dont il a déjà reconnu des gisements dans une quarantaine de nos départements, auxquels il vient encore d'ajouter celui des Alpes-Maritimes, où l'on ne s'était pas douté jusqu'ici de leur existence; il y a reconnu dernièrement, aux environs de Grasse, les sables verts à nodules de phosphate de chaux, sur une longueur de plus de 15 kilomètres. Cet habile agronome, persévérant propagateur de l'emploi en agriculture de ce puissant amendement, dont M. Élie de Beaumont est le véritable initiateur en France (2), a fait, disons-nous,

l'analyse quantitative très-approximative de la matière imbibante qui est celle qui ordinairement intéresse, puisqu'il nous suffisait de constater par une pesée la différence de poids ou de densité entre deux volumes égaux de la roche à l'état naturel et de cette même roche imbibée; cette différence donne le tant pour cent de la matière du ciment, fer, chaux, silice ou phosphate de chaux, etc.

(1) Voy. *Bull. Soc. géol.*, 1^{re} sér., t. XIV, p. 485 et 2^e sér., t. I, p. 160; t. XIII, p. 604; t. XVIII, p. 808.

(2) Cet éminent géologue termine son remarquable travail sur les phosphates par la phrase toute poétique suivante : « L'agriculture, en

la remarque que, quand le gault faisait défaut sur un point, il y avait constamment absence de nodules phosphatés dans les sables verts. Cette observation judicieuse de la part d'un géologue praticien aussi exercé que M. de Molon a une certaine importance au point de vue de la recherche des gisements et peut aider à diriger avec plus de certitude les travaux d'exploitation qu'on pourrait être tenté d'entreprendre parfois infructueusement, si l'on n'était pas prévenu de cette circonstance géologique. Le fait s'explique d'ailleurs, par la raison que les eaux ont besoin de séjourner un certain temps pour pouvoir céder au sol les substances qu'elles tiennent en dissolution; or, toutes les fois que la couche perméable ne repose pas immédiatement sur une couche imperméable, les eaux sont entraînées trop rapidement pour que les concrétions puissent avoir le temps de se former sur ce point.

Nous pensons, de tout ce qui précède, que les nodules de phosphate de chaux, dont nous avons reconnu également la formation au milieu des guanos, peuvent aussi continuer à se former ou à s'accroître dans les sables verts, comme les silex à menlières, ceux de la Ferté-sous-Jouarre, entre autres, et nous ajouterons comme les minerais de fer en grains, ceux de la Franche-Comté, de la Bourgogne, du Berri, etc., qui, en dépit de l'opinion des géologues suisses, sont de formation postérieure au terrain et continuent aussi à se former. Que l'on consulte, à ce sujet, tous les ouvriers mineurs un peu expérimentés de ces contrées, surtout ceux des environs d'Autrey, près Gray; tous vous affirmeront que, là où l'on a déjà anciennement exploité, le minerai se reforme!... Autrefois, on aurait repoussé cette opinion de simples ouvriers mineurs et carriers comme indigne d'être prise en considération. Il n'en est plus de même aujourd'hui, et nous avons souvent eu occasion de constater que parmi ces hommes sans instruction, qui passent leur vie en présence de phénomènes que nous ne pouvons guère observer qu'en passant, il y'en a qui sont doués de beaucoup d'esprit d'observation et de perspicacité; et en ce

utilisant les phosphates concrétés en nodules dans certaines couches géologiques, ferait rentrer dans le tourbillon organique les restes des races éteintes et rendrait à la vie, sous une forme nouvelle, la poussière des Iguanodons, des Mosasaures, des Poissons antédiluviens, merveille digne d'être comptée parmi celles d'une époque où l'on se parle à travers l'Océan, où l'homme, le bœuf, le roc lui-même, sont transportés avec la vitesse des oiseaux. » (*Moniteur universel* des 24, 25 juillet, 25 août 1856; 11, 12 février, 26, 27 mars, 18 et 28 juillet 1857.)

qui concerne leur opinion sur ces minerais de fer en grains, par exemple, nous avons récemment été assez heureux pour pouvoir la vérifier et la constater par nous-même. Dans une tranchée du chemin de fer de Gray à Vesoul qui s'est trouvée traverser, sur un point du territoire de la commune de Seveux, d'anciennes fouilles, au moment même où nous visitions les travaux, nous avons pu reconnaître que des grains et de petites géodes de minerais de fer s'y étaient déjà reformés et continuaient à s'y reformer par suite des infiltrations ferrugineuses assez abondantes auxquelles tout le sol argileux de cette partie de la vallée de la Saône paraît soumis.

Nous avons donc parfaitement raison de combattre comme tout à fait impropre le nom de *terrain sidérolithique* (1) qu'on cherche à introduire maintenant dans la science, du moins en tant qu'il doit représenter un horizon géologique constant qui serait caractérisé par les dépôts de minerais de fer en grains!... Car d'après les faits, on le voit, ces minerais peuvent être d'une origine très-moderne au milieu de terrains beaucoup plus anciens pouvant d'ailleurs différer d'âge géologique entre eux. Appliquer donc à ces différents dépôts un nom spécial serait évidemment s'exposer à amener des confusions regrettables qu'il faut plutôt chercher à éviter.

M. de Mortillet lit le mémoire suivant :

L'époque quaternaire dans la vallée du Pô;
par M. G. de Mortillet.

La vallée du Pô, une des plus belles d'Europe, est bordée au nord par les Alpes et au sud par les Apennins. Ce sont là deux magnifiques barrières! Les Alpes, au mont Blanc, atteignent jusqu'à 4810 mètres d'altitude et dans le mont Rose 4630. Les Apennins contiennent une série de sommets qui dépassent, même parfois de beaucoup, 2000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Pourtant, d'après les anciennes idées, ces deux gigantesques chaînes de montagnes seraient chacune le produit d'une seule (2) révolution, de

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XVI, p. 445.

(2) Les Alpes sont divisées en deux systèmes appartenant chacun à un soulèvement différent. Mais chaque système n'en serait pas moins le produit d'une seule révolution très-violente et très-rapide.

courte durée, qui les aurait fait surgir tout à coup, comme par enchantement. Là où il y avait une plaine, se forme d'un seul jet une chaîne de montagne de 4000 mètres de haut, longue de plusieurs centaines de kilomètres !... C'est la théorie de la création de toute pièce appliquée aux chaînes de montagnes.

Cette théorie a régné en maîtresse absolue pendant longtemps. Elle compte même encore un certain nombre de partisans. Pourtant la simple observation des faits la bat en brèche de toute part.

Pour ne parler que des Alpes, lorsqu'on étudie la composition géologique de cette chaîne de montagnes, comme je l'ai fait dans mon mémoire : *Les terrains du versant italien des Alpes comparés à ceux du versant français* (1), on reconnaît jusque vers le centre des dépôts appartenant aux époques triasique et liasique. Les dépôts des époques suivantes ne pénètrent plus jusqu'au centre de la chaîne. Il y avait donc déjà alors une certaine élévation du sol qui le faisait surgir au-dessus de la mer. Ainsi le premier soulèvement des Alpes date au moins (2) de l'époque liasique, c'est-à-dire du milieu de la grande période secondaire.

En outre, les divers dépôts des époques postérieures se trouvent, d'une manière générale, échelonnés en retrait au pourtour du noyau central, ce qui montre que le soulèvement est toujours allé en augmentant, et cela d'une manière bien lente et bien paisible puisque, commencé pendant l'époque jurassique, il a duré pendant toute la série crétacée et la période tertiaire.

Une preuve directe et irrécusable de l'extrême lenteur du soulèvement des montagnes se tire du plissement et du contournement des roches. Dans presque toutes les chaînes de montagnes, mais peut-être plus encore dans les Alpes que partout ailleurs, on voit des couches très-diversement plissées et contournées. Quand ces plissements se sont formés les couches étaient déjà complètement solides, sans quoi, au lieu de rester intactes, de conserver leurs caractères distinctifs et leur puissance respective, elles auraient

(1) Gabriel de Mortillet, extrait du *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., vol. XIX, p. 849 à 907, séance du 5 mai 1862.

(2) La distribution des dépôts anthracifères et la composition des poudingues de ces dépôts montrent qu'à l'époque houillère il y avait déjà dans les Alpes de profondes dépressions et des rochers s'élevant au-dessus des plaines, subissant d'assez puissantes actions de dénudation. Ces rochers se trouvaient à peu près dans la position des noyaux cristallins actuels.

formé un énorme empâtement où tout se serait trouvé confondu. Eh bien, pour plisser, tordre, froisser, comme on le voit dans les Alpes, des couches solides, sans les réduire en poussière, sans les briser en mille et mille fragments, il faut nécessairement une action d'une lenteur prodigieuse. Quoi de plus cassant, de moins flexible que le silex ? Pourtant en Lombardie, entre la ville d'Iséo et Pilzone, en remontant la rive gauche du lac, sur un petit sentier qui conduit à une grotte, on voit dans un calcaire blanc, aux couches toutes froissées et contournées, des lits de silex qui ont été courbés en forme de tuiles, sans se briser. Les quartzites des Alpes, ces grès compactes, à ciment siliceux, qui se rompent si facilement, se rencontrent parfois courbés, comme repliés sur eux-mêmes sans avoir été cassés, même fendus. On peut en voir un magnifique exemple en Savoie, dans la vallée de la haute Isère, sur la route de Brévière à Tignes. Cet exemple est d'autant plus concluant qu'en ce point les couches de quartzite, qui n'ont que quelques centimètres d'épaisseur, sont très-régulières, très-nettement dessinées, parfaitement conservées, et pourtant toutes repliées de la manière la plus brusque. On en peut détacher qui sont recourbées en demi-cercle et forment comme des chéneaux pas plus grands que les chéneaux ordinaires de nos toits.

Il est évident que les soulèvements lents et progressifs, en faisant tendre de plus en plus les couches formant l'écorce terrestre, ont dû produire de temps en temps des craquements, des ruptures, ce que les géologues appellent des failles. Mais ces craquements, ces ruptures, ne se produisaient pas d'un seul coup partout, tous ensemble, n'occasionnaient pas de grands bouleversements généraux ; ils constituaient une série de phénomènes plus ou moins fréquents, plus ou moins violents et plus ou moins étendus, phénomènes qui ne sont autre chose que les tremblements de terre. Les chaînes de montagnes au lieu de s'être formées d'un seul jet, par suite d'une violente révolution, sont donc le produit de soulèvements lents et de tremblements de terre successifs ayant agi pendant un laps de temps énorme. Un grand défaut, très-répandu en géologie, consiste à marchander avec le temps. Le temps pour le géologue doit être ce qu'est l'espace pour l'astronome, une donnée presque infinie. Les quelques années pendant lesquelles se déroule l'histoire sont aux temps géologiques, ce que les petites distances qui séparent les divers points de notre globe sont aux espaces célestes. En poursuivant cette comparaison, parfaitement juste, la longueur de l'époque quaternaire qui nous occupe spécialement peut être assimilée

aux dimensions de notre système planétaire. Les six mille ans traditionnels équivaldraient au diamètre de la terre dont la longueur se trouve 12 000 fois dans l'espace qui sépare le soleil de la terre et 230 000 dans celui qui le sépare d'Uranus.

Non-seulement la chaîne des Alpes ne s'est pas formée tout d'une pièce, en une seule fois, mais, ainsi que je l'ai établi dans mon travail : *Les terrains du versant italien des Alpes comparés à ceux du versant français*, elle a subi de nombreuses oscillations qui ont successivement soulevé ou abaissé quelques-unes de ses parties. Je ne rappellerai ici qu'un exemple qui a eu un grand retentissement ces dernières années. En Savoie, entre Saint-Jean de Maurienne et Saint-Michel, on voit des roches nummulitiques, tertiaire inférieur, reposer directement sur des couches liasiques. Cette portion des Alpes était donc à sec pendant la plus grande partie de la grande période secondaire. Elle s'est abaissée au commencement de la période tertiaire; puis, après le dépôt d'assises nummulitiques, elle s'est soulevée de nouveau et n'a plus été recouverte par la mer.

La formation d'une chaîne de montagnes est, comme on le voit, un fait complexe, résultat d'un grand nombre d'actions et de réactions prolongées pendant de longues périodes et concourant lentement à l'œuvre commune.

Généralement, d'après M. Elie de Beaumont, le grand classificateur des chaînes de montagnes, on admet que les Alpes sont de formation extrêmement récente, bien plus récente que les Apennins. C'est le contraire pourtant qui est vrai. En effet, la chaîne des Alpes se dessine, comme on vient de le voir, depuis l'époque jurassique, c'est-à-dire le milieu de la période secondaire, tandis que la chaîne de l'Apennin a son noyau formé par des macignos qui appartiennent à l'époque éocène ou tertiaire inférieure. Ainsi, l'origine de la chaîne de l'Apennin est de beaucoup postérieure à celle de la chaîne des Alpes. Si, négligeant l'origine, on ne veut tenir compte que du dernier soulèvement ayant laissé des traces bien sensibles, on arrive au même résultat. Les dernières roches soulevées dans les Alpes sont les mollasses de l'époque miocène ou tertiaire moyen, tandis que dans l'Apennin on rencontre le pliocène ou tertiaire supérieur disloqué, soulevé, redressé.

Ce sont ces dépôts pliocènes qui forment le fond de la vallée du Pô. On les trouve tout le long de l'Apennin, ce qui les a fait désigner sous le nom de terrains subapennins. Au centre de la plaine on les voit très-développés dans l'Astésan, et on les

retrouve à la colline de San-Colombano, en Lombardie, entre Pavie, Lodi et Plaisance. Sur le côté nord, ils ont été fortement dénudés; pourtant des lambeaux qui existent aux environs d'Ivrée et près du lac d'Orta en Piémont, à la Folla d'Induno, près de Varèse, à Nèse près Bergame et à Castenedolo près Brescia, en Lombardie, montrent que la formation vient bien s'appuyer contre la base des Alpes. Elle se compose essentiellement d'argiles ou marnes bleues qui ont parfois une très-grande puissance. Ainsi M. le comte Corbelli ayant fait exécuter un forage artésien à sa villa de Rivoltella, dans la plaine de Reggio, Émilie, la sonde a traversé plus de 675 mètres de ces argiles sans en atteindre la base. Ces argiles contiennent des coquilles marines, surtout à leur partie supérieure et autour du bassin. Elles constituent un dépôt de fond, ce qui est confirmé par les coquilles qu'on y trouve. Ce sont effectivement des espèces qui appartiennent dans leur ensemble à une faune propre aux eaux qui ont une certaine profondeur.

Sur ces argiles reposent assez généralement des sables jaunes, développés surtout au pourtour du bassin. C'est là un dépôt côtier. En effet les coquilles contenues dans ces sables sont nombreuses et appartiennent à des espèces de rivage. On trouve aussi assez fréquemment dans ces sables des débris végétaux et des ossements d'animaux terrestres, corps flottés qui dénotent une côte voisine. Enfin ces sables contiennent souvent en très-grande abondance des cailloux plus ou moins gros, disséminés en petits lits ou en amas. Ces cailloux se montrent surtout vers la partie supérieure du dépôt. Le pliocène de la vallée du Pô offre donc dans son ensemble la coupe théorique suivante en allant de haut en bas :

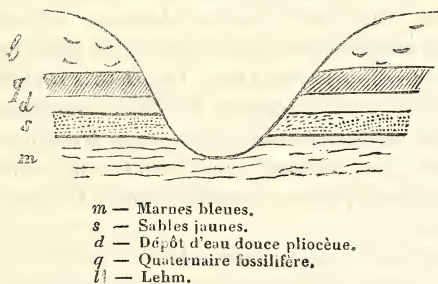
Zone côtère.	{	Lits de cailloux, côte immédiate.
		Sables grossiers, voisinage de la côte.
		Sables fins, première influence de la côte.
Zone de pleine mer.	{	Argile très-fossilifère, région de la faune de pleine mer qui demande une certaine hauteur d'eau, mais qui pourtant pas trop n'en veut.
		Argile de moins en moins fossilifère, diminution de la vie par suite de l'augmentation de la profondeur.
		Argile presque sans fossiles, mer très-profonde.

De cette disposition générale et régulière on doit conclure qu'il y a là deux formations de nature différente, l'une de mer assez profonde, l'autre côtière; et, comme cette dernière recouvre la première sur de très-grandes étendues, il faut admettre que la

mer se retirant progressivement, le dépôt côtier s'est successivement avancé vers le centre de la plaine, recouvrant peu à peu les argiles déposées précédemment. Ce qui confirme cette appréciation, c'est que les argiles deviennent en général plus puissantes en s'éloignant des bords du bassin.

Après le retrait de la mer, il y a eu dans les parties extérieures du bassin, comme dans l'Astésan, dépôt d'eau douce. Ce dépôt commencé vers la fin de l'époque pliocène s'est continué avec modification de faune pendant l'époque quaternaire. En suivant le chemin de fer de Turin à Asti, à la descente qui se trouve entre les stations de Villanova et de Villafranca, on peut observer une coupe très-intéressante, signalée déjà depuis assez longtemps par B. Gastaldi.

Coupe entre Villanova et Villafranca.



- m* — Marnes bleues.
- s* — Sables jaunes.
- d* — Dépôt d'eau douce pliocène.
- q* — Quaternaire fossilifère.
- l* — Lehm.

Sur les marnes bleues pliocènes *m* de pleine mer reposent les sables jaunes, pliocène supérieur, *s*, avec Balénoptères et Dauphins, dépôt côtier. Au-dessus repose un autre dépôt *d*, avec Unios et autres coquilles d'eau douce; ce sont les atterrissements fluviaux de la fin de la période pliocène, généralement composés de graviers gros et menus et de sables souvent très-purs. Ils contiennent beaucoup de débris de Mastodontes et d'Éléphants, et aussi quelques-uns de Rhinocéros et d'Hippopotames (1).

Tetralophodon (Mastodon) arvernensis, Croiz. et Job.

Trilophodon (Mastodon) Borsonii, Hays.

Loxodon (Elephas) meridionalis, Nesti.

(1) Bartolomeo Gastaldi, *Cenni sui vertebrati fossili del Piemonte*, 1858, in-4.

Euelephas (Elephas) antiquus, Falc.

Rhinoceros leptorhinus, Cuv.

Hippopotamus major, Nesti.

Ces alluvions d'eau douce sont superposées sans interruption aux couches marines et se mêlent pour ainsi dire avec elles; aussi s'est-il trouvé dans l'Astésan une dent de Mastodonte à laquelle adhérerait une Huître. C'est par degrés aussi, très-insensiblement, qu'elles passent à des couches d'argile, de marne et de calcaire grossier, *q*, constituant un vrai fond de marais et renfermant beaucoup de débris de ruminants, diverses espèces de Bœufs, *Bos*, et Cerfs, *Cervus*, de Solipèdes, Cheval, *Equus*, et de rongeurs Marmotte, *Arctomys*, faune qui a la plus grande analogie avec la faune actuelle du pays et même avec celle des régions plus froides. En effet, dans le calcaire grossier quaternaire, à une élévation seulement de 250 mètres environ au-dessus de la mer, on a découvert, en 1846, près Ferrere, Astésan, un crâne entier et quelques os d'une Marmotte très-voisine de celle qui vit actuellement sur les sommets des Alpes. Ces débris sont dans la collection du Valentino. Le musée de Turin en possède d'autres provenant des mêmes couches. C'est aussi très-probablement du même niveau que provient une molaire de jeune Mammouth, *Elephas primigenius*, Blum., trouvée dans le Pô, entre Moncalieri et Carignano.

Enfin, le tout est recouvert par le lehm, *l*, dépôt argileux rouge, très-puissant, très-uniforme, contenant des concrétions calcaires, mais sans fossiles.

De nombreux ossements fossiles trouvés dans la partie la plus basse du Piémont, et surtout en Lombardie, montrent que les dépôts quaternaires et même peut-être les alluvions pliocéniques se retrouvent, le long du Pô, presque à la surface du sol.

On a découvert dans les sables du Pô, entre Casteggio et Stradella, où d'une manière plus précise, entre Pontalbera et Arena, un magnifique crâne de *Cervus megaceros*, Aldr., deux belles têtes de Bœuf, dont l'une au moins appartient au *Bos urus*. Ces fossiles se trouvent actuellement dans le cabinet de Pavie. Dans les graviers de la rive opposée, on a trouvé aussi plusieurs fragments d'Éléphant et une dent de *Rhinoceros*, probablement le *tichorhinus*.

Près de Casteggio, une portion d'humérus d'un Bœuf gigantesque.

A peu de distance de la fontaine dite d'Annibal, des fragments de défense d'un jeune Éléphant.

Sur les rives du Pô, entre Casteggio et Montaldo, un os et quelques dents bien conservées de *Rhinoceros tichorhinus*, très-probablement.

A Casteggio même, dans les fouilles d'une cave, une dent canine de l'*Ursus spelæus* (1).

Dans le Pô, en face d'Arena, un très-beau fémur d'Éléphant (2).

Au-dessous de Pavie, près la Torre de Negri, à peu de distance de Belgioioso, plusieurs grands ossements d'Éléphant, Rhinocéros, Élan, Bœuf.

Entre Belgioioso et Spessa, Éléphant.

Tout près de Belgioioso, au rio Sanguigno, un fémur d'Éléphant.

Entre le Pô et San-Colombano, fragment de mâchoire d'Éléphant.

Sur les rives du Serio, près Crema, fragment de défense.

Près de Lodi vieux, sur les bords du Lambro, une portion de tête d'Élan.

Dans le même territoire de Lodi, près la Muzza, bois gauche d'un Élan.

Près du confluent du Lambro avec le Pô, tête de grand Bœuf.

Dans la vallée du Lambro, près Malegnano, une autre tête de grand Bœuf (3).

Enfin, Balsamo-Crivelli a déposé au musée de Pavie une portion de mâchoire d'*Elephas meridionalis*, Nesti, trouvée en 1857, sous 3 mètres de terrain alluvional, près de San-Colombano, dans le val d'Amagna, mais plutôt dans le bassin du Lambro que dans la colline.

Toute cette faune, grands Bœufs, grands Cerfs, Ours des cavernes, *Rhinoceros tichorhinus*, appartient bien à la période quaternaire, période pendant laquelle vivaient encore des Éléphants, tels que le Mammouth, *Elephas primigenius*. Quant à l'*Elephas meridionalis*, qui était abondant vers la fin de l'époque pliocène, lorsque vivaient les Mastodontes, a-t-il prolongé son existence jusqu'à l'époque quaternaire? C'est très-probable. Cependant, comme la colline de San-Colombano est pliocénique, il pourrait bien se faire que

(1) Balsamo-Crivelli, dans la *Rivista italiana di scienze, lettere ed arti*, 13 déc. 1863, p. 796.

(2) Spallanzani, *Viaggi alle due Sicile*, 1793, in-8, vol. IV, chap. 31, p. 342.

(3) Breislak, *Descrizione geologica della provincia di Milano*, 1822, in-8, chap. 7, 450 à 463.

l'individu du val d'Amagna appartînt aux couches alluvionales du pliocène.

Pendant l'époque pliocène, la vallée du Pô, limitée déjà par les Alpes et l'Apennin, était occupée par la mer. Un soulèvement lent et progressif du sol a fait peu à peu écouler cette mer. Le rivage se rapprochait successivement du rivage actuel de l'Adriatique et des alluvions d'eau douce se déposaient dans la partie supérieure de la vallée formant une plaine de plus en plus étendue. Ce soulèvement continuant, ces premières alluvions et les dépôts marins sous-jacents ont dû éprouver l'action corrodante des eaux courantes, et il a dû se produire de grands ravinelements. Ce sont ces corrosions et ces ravinelements qui ont fourni les éléments des dépôts de sables et de cailloux qui se sont formés successivement sur les marnes bleues à mesure que la côte se rapprochait du bassin actuel de l'Adriatique.

Le retrait successif de la mer pliocénique pourrait être attribué à une simple action de remplissage du bassin, à un colmatage lent, produit par des courants d'eau plus ou moins trouble venant se jeter à la mer. Mais, ce qui prouve que cette explication est insuffisante et qu'il y a eu soulèvements accompagnés de grandes dénudations, c'est la différence des niveaux auxquels se trouvent actuellement les dépôts pliocènes. Ainsi, pendant que dans la plus grande partie de la vaste plaine du Pô ils sont profondément enfouis dans le sous-sol, probablement, parfois au-dessous du niveau actuel de la mer, on les voit s'élever plus ou moins au-dessus du niveau de la plaine à Castenedolo près Brescia et à San-Colombano en Lombardie, où ils forment des monticules dominant tout le sol environnant, de même à Nèse près Bergame et à la Folla d'Induno près Varèse, où ils sont dans la région des collines, au-dessus de cours d'eau qui s'écoulent vers la plaine, aux environs d'Ivrée, bien au-dessus du lit de la Doire, dans les collines de l'Astésan, et surtout sur les pentes de l'Apennin. C'est surtout sur ces pentes qu'on rencontre les dépôts pliocènes à d'assez grandes altitudes et qu'on voit très clairement qu'ils ont été soulevés, disloqués. Ils forment là parfois de hauts plateaux séparés de la plaine par de grandes brisures.

Après le soulèvement des dépôts pliocènes et le ravinement qui en a été la conséquence inévitable, s'est produite une action inverse. Il y a eu un affaissement lent et progressif du sol. Pendant cet affaissement toutes les parties précédemment ravинées se sont remplies successivement d'alluvions qui se sont élevées bien au-dessus des niveaux actuels, puisque tous les cours d'eau de la

plaine du Pô coulent actuellement au pied de terrasses alluvionales plus ou moins hautes. En outre, sur divers points des collines on retrouve des lambeaux de ces anciennes alluvions qui montrent qu'elles se sont élevées souvent bien au-dessus des plateaux actuels.

Est venu ensuite un nouveau soulèvement qui, rendant aux eaux courantes une plus grande puissance de corrosion, a fait creuser le lit actuel de toutes les rivières, de tous les torrents qui sillonnent la plaine. C'est à ce soulèvement qu'est due la formation des terrasses longitudinales qui accompagnent tous les cours d'eau un peu importants. Ce nouveau soulèvement, à ce qu'il paraît, par moments s'est très-fort ralenti, et par moments, au contraire, a été plus actif, plus énergique ; c'est ce qui a occasionné la formation de diverses terrasses à des niveaux différents.

Ces trois mouvements successifs du sol : grand soulèvement vers la fin de l'époque pliocène, affaissement considérable dans la première partie de l'époque quaternaire, ensuite nouveau soulèvement, ces trois mouvements, dis-je, ont laissé des traces authentiques, évidentes, indubitables. Ce n'est point là une hypothèse hasardée, c'est une déduction nette, précise, qui découle tout naturellement, qui découle forcément de l'observation impartiale des faits et de l'interprétation rationnelle des lois de l'hydrostatique, des lois qui régissent le régime des eaux. La corrosion du sol suppose nécessairement un exhaussement de ce sol au-dessus du niveau de la mer. L'accumulation de dépôts d'alluvions suppose l'action contraire, un abaissement.

Pendant que la plaine du Pô, s'exhaussant ou s'affaissant successivement, éprouvait de grandes corrosions ou se remplissait d'alluvions, il se produisait dans les Alpes un phénomène fort intéressant. Les glaciers, qui maintenant se trouvent relégués seulement autour des plus hauts sommets dans les grands massifs, prenaient un immense développement, envahissaient toutes les vallées alpines et venaient même déboucher dans la plaine à l'extrémité de ces principales vallées, comme je l'ai établi dans la notice qui accompagne ma *Carte des anciens glaciers du versant italien des Alpes*.

Partout où les glaciers ont pénétré jusqu'à la plaine du Pô, les dépôts glaciaires extrêmes reposent sur les alluvions des plus hautes terrasses, des plus hauts plateaux. La plus grande extension des glaciers correspond donc à l'époque du plus grand affaissement du sol. Ce n'est qu'après cette plus grande extension que les cours d'eau ont creusé leur lit actuel et que se sont formées

les terrasses successives. Ce fait, constaté par l'observation directe, nous met à même de conclure que les glaciers se développaient pendant la période d'affaissement du sol, et qu'ils se sont retirés pendant la dernière période d'exhaussement. Mais, comme les moraines terminales, par leur immense développement, prouvent que les glaciers sont restés pendant fort longtemps à leur maximum, il est à présumer qu'entre les deux mouvements inverses du sol, il s'est passé une fort longue période de repos, pendant laquelle le sol n'a subi aucun mouvement.

L'étude des faunes renfermées dans les diverses assises qui constituent la plaine du Pô vient confirmer toutes les déductions qui précèdent.

Pendant l'époque pliocène, la mer Subapennine était peuplée d'espèces d'animaux dont une partie existent encore dans la Méditerranée. Les espèces éteintes se rapprochent aussi beaucoup des espèces existant dans le même bassin. Il en est pourtant quelques-unes qui dénotent une température légèrement plus élevée que la température actuelle. Les animaux terrestres conduisent à la même conclusion. Ce sont des Mastodontes, des Éléphants, des Rhinocéros, des Hippopotames, animaux appartenant à des genres qui sont relégués actuellement dans les pays les plus chauds. Les mollusques terrestres et d'eau douce, qui ont encore moins varié que les animaux marins et les mammifères, nous fournissent une preuve plus concluante. En effet, dans des couches d'eau douce du pliocène de San-Agata, vallée de la Scrivia, en Piémont, on trouve en abondance le *Melanopsis prœrosa*, Linn., ou *M. buccinoidea*, Fér., espèce encore très-répandue, mais seulement en Espagne, dans les îles de la Méditerranée, et en Asie Mineure. On y trouve aussi la *Melania curvica*, Desh., qui de l'avis de ce célèbre conchyliologiste n'est autre que la *M. tuberculata*, Mull., qui vit actuellement en Algérie. Dans la collection Michelotti, à Turin, j'ai vu l'*Helix vermicularia* de Brocchi, provenant du pliocène marin de la vallée d'Andova, Astésan; ce n'est qu'un type très-chagriné de l'*H. vermiculata*, type que l'on retrouve parfois actuellement en Ligurie. La même collection contient la véritable *Helix vermiculata* de la couche à Mastodonte, superposée au pliocène marin, de Ferrere, également dans l'Astésan. Maintenant l'*Helix vermiculata* n'habite plus le Piémont; pour la retrouver, il faut franchir l'Apennin et aller sur les bords de la Méditerranée. L'époque pliocène, même vers la fin, avait donc une température un peu plus élevée que celle qui existe de nos jours.

Cette température a dû diminuer progressivement pendant les

premiers temps de l'époque quaternaire. En effet, nous voyons disparaître les Mastodontes avec la période tertiaire; mais certaines espèces se prolongent davantage, comme l'*Elcphas meridionalis* et l'*Hippopotamus major*. Pourtant ils s'éteignent aussi pour faire place à une faune appropriée à supporter un climat beaucoup plus froid. Cette faune se compose de grands Bœufs, de grands Cerfs; on y voit des Marmottes jusque dans la plaine. Il y a, il est vrai, encore un Éléphant, le *primigenius*, et un Rhinocéros, le *tichorhinus*; mais des corps de ces animaux trouvés gelés dans les glaces de la Sibérie montrent qu'ils étaient couverts de longs poils et de laine, et que par conséquent ils étaient faits pour habiter un climat froid.

Dans la plaine du Pô, les débris de cette faune se trouvent dans les dépôts presque superficiels, ce qui montre qu'elle vivait au moment du grand affaissement du sol, moment de la grande extension des glaciers.

La position des moraines terminales des anciens glaciers sur les alluvions anciennes des plateaux, la dissémination en dehors de ces moraines des gros blocs roulés également à la surface de ces plateaux et non dans le lit actuel des cours d'eau, prouvent que ces lits se sont creusés depuis la grande extension des glaciers. Mais on se demande ce que sont devenues toutes les matières, produit des dénudations qui ont façonné les terrasses? Elles ont dû prolonger la plaine au détriment de la mer, qui s'est toujours resserrée de plus en plus. Mais un phénomène qui a absorbé une énorme quantité de sédiments est un affaissement par glissement qui s'est produit dans le bassin de l'Adriatique. Ce glissement du sol a été établi très-clairement par les puits artésiens de Venise. En forant ces puits jusqu'à des profondeurs variant entre 60 et 170 mètres au-dessous du niveau de la mer, on n'a traversé que des dépôts d'eau douce, et à divers niveaux on a rencontré des couches tourbeuses, avec débris de végétaux annonçant une ancienne végétation à l'air libre, un ancien sol. L'enfouissement de ces sols et de ces dépôts d'eau douce à une grande profondeur au-dessous du niveau actuel de la mer ne peut s'expliquer que par un glissement lent des sédiments terrestres dans les profondeurs du bassin de l'Adriatique, glissements qui ont, d'une part, déterminé la courbe des couches aquifères, de manière à en faire des bassins de réception, et, d'autre part, qui ont poussé assez avant dans la mer l'extrémité de ces couches, et les ont assez tassées pour ne pas permettre à l'eau interposée de

s'écouler librement, ce qui fait qu'elle remonte dans les trous de sonde et jaillit au-dessus de la surface du sol.

Cet abaissement du sol, par glissement, se reconnaît aussi par l'étude des terrasses. En se rapprochant de la mer, ces terrasses s'abaissent et finissent par disparaître; on voit que le sol restait à un niveau assez bas pour échapper aux actions corrosives et dénudantes des cours d'eau.

L'étude des vallées des montagnes qui aboutissent à la plaine du Pô vient confirmer toutes les données déduites de l'étude de la plaine elle-même. Du côté des Alpes, les phénomènes glaciaires ont compliqué la question; mais du côté de l'Apennin il n'en est point ainsi. Dans ces vallées, les cours d'eau coulent sur des assises plus ou moins épaisses de cailloux, ce qui prouve que les lits de ces cours d'eau étaient plus profonds autrefois et qu'il y a eu depuis un affaissement qui a permis aux dépôts de se former. D'autre part, on voit sur les côtés des vallées des amas de cailloux plus ou moins considérables jusqu'à d'assez grandes hauteurs, ce qui prouve de grandes corrosions qui n'ont pu se faire que par suite d'un soulèvement du sol. Il y a donc eu un premier soulèvement qui a fait creuser les vallées à un niveau plus bas que le niveau actuel, puis un affaissement qui a fait combler les anciennes vallées jusqu'à une assez grande hauteur, enfin un nouveau soulèvement, moins considérable que le premier, qui a, en grande partie, fait déblayer ces vallées. La vallée du Reno, qui débouche dans la plaine près de Bologne, peut servir de type pour l'étude de ces divers mouvements, et cela d'autant plus qu'elle contient un chemin de fer qui en rend l'accès facile et dont les travaux ont mis la constitution géologique bien en relief. La voie ferrée est placée dans la majeure partie de son parcours au milieu du lit du fleuve, et pourtant elle repose toujours sur les cailloux qui ont été assez profondément excavés par des chambres d'emprunt destinées à fournir les matériaux de la chaussée. Sur les côtés, les berges de la vallée montrent des lits de cailloux qui, sur l'ancienne route à la montée de Sibano, sont à plus de 31 mètres au-dessus du lit actuel du Reno, à la même hauteur, au point où l'on a rectifié la voûte à Boschi, enfin à 35 mètres au plateau de Calvenzano. Ce point de Calvenzano est d'autant plus intéressant, que dans le ravin qui est en aval, on voit au niveau du plateau un cône de dégorgeement assez important qui prouve ce que les moraines terminales des anciens glaciers ont déjà fait reconnaître, savoir : qu'entre la fin de l'époque d'affaissement et le commencement de l'époque du

second soulèvement il s'est écoulé un assez long espace de temps.

Malheureusement jusqu'à présent on n'a rien trouvé dans les terrains quaternaires de la vallée du Pô qui puisse fournir des données pour l'histoire de l'Homme. Les instruments de pierre de l'Apennin sont épars à la surface du sol. Les objets des tourbiers et des lacs de la partie du nord de la plaine sont à des niveaux qui n'ont pas varié depuis le dépôt de ces objets; enfin les marnières de l'Émilie se trouvent sur un sol qui n'a subi depuis leur formation que quelques légères corrosions ou plus fréquemment encore des atterrissements plus ou moins considérables par l'effet lent du colmatage et par suite d'inondations, mais tout cela, géologiquement parlant, est bien peu de chose et n'a point d'importance.

Ces mouvements successifs du sol :

Exhaussement à la fin de la période tertiaire,

Abaissement pendant la première partie de la période quaternaire,

Et nouvel exhaussement pendant la seconde partie de cette période,

Se reconnaissent très-bien, non-seulement dans la plaine du Pô, mais dans toute l'Italie. Paolo Savi, de Pise, les a signalés en Toscane (1). Je les ai reconnus dans les environs de Rome (2). Lyell s'est depuis longtemps occupé de ceux de la Sicile. Seulement, sur le versant méditerranéen de l'Apennin, la côte actuelle étant généralement rocheuse et solide n'a pas glissé, comme à Venise, dans la profondeur de la mer, et l'on retrouve les coquilles marines jusqu'à des niveaux très-élevés, nouvelle preuve directe du soulèvement de l'époque quaternaire.

A la suite de la communication de M. de Mortillet, M. Dausse présente les réflexions que voici :

« M. de Mortillet vient de dire que les chemins de fer longitudinaux de la vallée du Pô, à la rencontre de tous les grands affluents de la rive gauche, ont donné cette coupe :

(1) Paolo Savi, *De movimenti avvenuti dopo la deposizione del terreno pliocenico nel suolo della Toscana*, Pise, 1863 (extr. du *Nuovo cimento*, avril et mai 1863).

(2) Gabriel de Mortillet. *Géologie des environs de Rome*, Milan, 1864 (extr. des *Atti della Soc. Ital. sc. nat.*, séance du 26 juin 1864).



» Présentant 1° deux cônes de déjections superposés l'un à l'autre et rendus distincts par l'étage arqué *aa'*; 2° au-dessous, un autre étage *bb'*, non arqué; 3° au-dessous encore, un dernier évidemment *c*, en forme de cunette, au fond duquel coule aujourd'hui l'affluent.

» Et M. de Mortillet attribue les divers évidements *aa' bb' et c*, à des soulèvements géologiques. Je crois devoir faire à ce propos les observations suivantes :

» Lorsqu'on dénude et qu'on défriche un bassin montueux, on ôte au sol la consistance que la végétation lui avait acquise. L'équilibre est ainsi rompu trop souvent entre la force érosive des eaux courantes et la résistance du sol. Les torrents que cet équilibre *éteignait* (1) se raniment; ils se remettent en *activité*, et cela dure jusqu'à ce que, à force d'excaver leur région supérieure, le *urbassin d'érosion* (2), et de relever à l'issue de leur couloir la vallée où ils débouchent, en y étalant et en y amoncelant leurs dépôts, couche par couche, sous forme de cône épaté, leur force érosive ne puisse plus vaincre la résistance du sol. A ce terme, la végétation, si elle était laissée libre, pourrait consolider d'elle-même l'équilibre rétabli; et de plus en plus éteindre les torrents; c'est-à-dire que les crues de ces torrents (les crues seules sont capables d'opérer des érosions et des dépôts considérables, des déformations très-notables de la surface terrestre) deviendraient de moins en moins chargées de matières pierreuses et terreuses, et par conséquent de moins en moins visqueuses. Mais alors, et pour cela même, il leur faudrait une moindre pente, conformément au principe dont j'ai longuement entretenu l'Académie dans plusieurs mémoires récents dont je remets aujourd'hui le sommaire à la Société géologique; en sorte qu'un second travail incessant succéderait immédiatement au premier; et ce nouveau travail, moins rapide que l'autre, progresserait en sens inverse, c'est-à-dire au rebours du courant, telle étant essentiellement la manière de progresser de

(1) Heureuse expression due à M. Surell.

(2) M. Surell appelle, comme on sait, cette région supérieure *bassin de réception*; elle me semble mieux nommée *bassin d'érosion*, qualification plus en rapport, intrinsèquement, avec celles des deux autres parties des torrents, le *couloir* et le *cône de déjections*.

toute érosion. C'est ainsi que les cours d'eau finissent par s'encaisser d'eux-mêmes dans leurs propres déjections, et c'est pourquoi la profondeur de l'encaissement croît en remontant, à mesure que la moindre pente d'équilibre des eaux moins visqueuses de l'époque d'*extinction* plonge de plus en plus sous la plus grande pente d'équilibre des eaux plus visqueuses de l'époque d'*activité*.

» Le phénomène dont j'ai ici en vue spécialement quelques effets est résumé, je crois, tout entier dans cette courte synthèse.

» Mais la dénudation de main d'homme d'un sol montueux pourrait-elle jamais donner lieu aux immenses cônes de déjections des affluents de la rive gauche du Pô?

» Je ne le crois pas.

» Je crois qu'il faut chercher ailleurs la cause en question : d'abord, par exemple, dans le soulèvement du sol montueux ; et, s'il y a bien dans la vallée du Pô, à tous les grands affluents de la rive gauche, les deux cônes de déjections superposés de la coupe de M. de Mortillet, on les attribuerait alors à deux soulèvements plus ou moins rapprochés, mais distincts. D'autres explications viendront tout à l'heure.

» Quant à l'encaissement du cours d'eau dans le cône de ses déjections, il succède toujours immédiatement à la formation du cône, quelle que soit la vraie cause première de l'entraînement plus ou moins précipité des matériaux constituant ce cône. Puis, une sorte de périodicité dans le retour des grandes crues des affluents, pendant le cours de la clarification de leurs eaux, en d'autres termes, des accès violents et passagers dans ce retour des grandes crues, et de plus simultanés pour tous ces affluents, accès non-seulement possibles, mais présumables, ont pu produire des étages du genre de ceux de la figure (p. 152), par la raison que plus les crues érosives dont il s'agit étaient encore chargées de matières pierreuses, et plus l'érosion dont elles étaient capables a dû avoir un profil large et peu profond ; plus, au contraire, ces crues étaient déjà clarifiées, et plus leur cours a dû se rétrécir et s'encaisser, se creuser davantage.

» Il faut dire en outre que des débâcles résultant du subit abaissement de certains lacs, par le fait de l'érosion à reculons, résultant elle-même de la clarification des affluents du Pô, ont opéré divers évidements de grande échelle, tout autrement inexplicables ; les vallées voisines et parallèles de l'Agogna et du Tésin, nommément, justifient, je crois, cette allégation.

» A tout ce qui précède il importe d'ajouter encore que les soulèvements géologiques accroissent énormément les cours d'eau,

et que, si la végétation produit aussi cet effet, surtout à cause de la réduction qu'elle opère dans l'évaporation, ce ne peut être, relativement, que dans une mesure restreinte, et d'ailleurs différemment. A l'appui de la première assertion, je me contenterai de citer un seul exemple pris parmi tant d'autres dans ma *Statistique des rivières de France*. L'Isère, à Grenoble, débite, année moyenne, huit fois plus d'eau que la Seine censée réduite à un égal bassin; par suite de la différence d'altitude des deux bassins, et en vertu de cette loi que je crois avoir établie dans la partie de l'ouvrage cité, que l'Académie a couronné en 1840 (1), à savoir que, *toutes choses égales d'ailleurs, il tombe d'autant plus d'eau en pluie ou en neige, sur un point quelconque de la surface terrestre, que son altitude est plus grande*. Cette considération peut aider en effet beaucoup, on le conçoit, à expliquer l'ampleur des cônes de déjections des affluents du Pô, de même que, bien entendu, la grandeur et la forme des évidements ou déblais dont ces cônes sont les remblais.

» Sans doute, un exhaussement vertical de toute pièce du bassin total d'un fleuve amènerait, avec le temps, un certain encaissement progressif à reculons, et du fleuve et successivement de ses divers affluents, si le soulèvement général dont il s'agit allongeait peu ce fleuve vers la mer, ce qui arriverait, soit dit en passant, pour tous les fleuves de vieille date. Mais, pour le Pô, rien jusqu'ici, que je sache, n'induisait à cette hypothèse, et l'on sait, au contraire, que, du moins, depuis les temps historiques, le fait d'un tassement lent et continu des *delta* des fleuves aboutissant à l'Adriatique entre le Timavo et l'Isauro, c'est-à-dire entre Duino (près Trieste) et Pesaro, et mêlant leurs apports sablonneux et vaseux sous l'influence du courant littoral, des marées et des vents, on sait, dis-je, que le fait d'un affaissement progressif très-notable de tout ce vaste dépôt ne peut être contesté (2).

» Mais un abaissement un peu considérable et rapide du bassin total d'un grand fleuve amènerait la formation par les affluents de grands cônes de déjections dans la vallée du récipient, en occasionnant la fonte subite d'une partie des neiges et des glaciers qui couvriraient les hauteurs du bassin. De là pourraient résulter, pendant la liquéfaction dont il s'agit, des cours d'eau capables

(1) Voyez un extrait de cet ouvrage dans les *Annales des ponts et chaussées*, 1842, 2^e cahier.

(2) *Elementi di geologia pratica e teorica* de M. de Collegno, p. 53 et suiv.

d'entraîner, de leur région supérieure dans la vallée principale, un immense volume de matériaux et de les y accumuler promptement en vastes cônes.

» Je dirai aussi que des soulèvements et des abaisséments simultanés, et plus ou moins locaux, ont pu produire à la fois, plus ou moins localement aussi, dans les Alpes et les vallées qui sont à leur pied, tous les divers effets que je viens d'indiquer.

» Enfin et surtout les causes, quelles qu'elles soient, qui ont amené, plus ou moins vite, la fonte des immenses glaciers qui ont longtemps couvert les Alpes et rempli au loin les vallées qui en descendent, n'ont pu manquer de donner lieu, dans la vallée du Pô, à la formation de cônes de déjections hors de proportion avec ceux que peuvent produire l'époque actuelle et toute l'imprévoyance dont l'homme est capable.

» Mais il est clair que le sujet que je viens d'effleurer à peine est très-vaste et s'étend à toutes les vallées. Les aperçus que j'ai risqués ne me font nullement méconnaître, tout au contraire, la haute valeur des observations précises que j'ai reproduites en commençant, surtout de celles dont la répétition identique avec tous les grands affluents de la rive gauche du Pô serait bien constatée. J'ai désiré seulement indiquer quelques idées générales qui me semblent de mise en l'espèce, et, de mon côté, exciter l'attention des géologues expressément sur ce fait que les divers cours d'eau qui ont sillonné la face du globe ont laissé partout des témoins fidèles de leur action, mais trop peu interrogés jusqu'à présent. Quant à la cause particulière des évidements signalés par M. de Mortillet, je la vois, en résumé et en gros, dans la clarification des crues des affluents, et non point en des soulèvements géologiques du genre de ceux dont les Alpes sont le résultat et qui auraient, au contraire, ramené ces affluents à l'état de torrents actifs, formant alors dans la vallée principale des cônes de déjections ou vastes remblais, au lieu d'opérer les évidements ou déblais, toujours plus ou moins restreints, que représente la figure du commencement de cette note. Je dois rappeler, du reste, en terminant, que je n'ai touché qu'un seul point des nombreuses et importantes observations sur toute l'Italie du nord et du centre que M. de Mortillet nous a communiquées. »

Flexibilité générale des couches du globe. — M. Virlet, en engageant M. de Mortillet à ne pas trop s'appuyer sur les accidents de flexion de couches qu'il a cités, pour en tirer la

conséquence de soulèvements lents, lui fait observer que les roches qui nous paraissent les plus rigides, parce qu'en général nous les considérons sur de très-petites étendues, sur de petits fragments, et alors surtout qu'exposées à nos regards, c'est-à-dire lorsqu'elles ont été soumises depuis longtemps aux influences atmosphériques, elles ont perdu une partie de leur eau de couche, sont, au contraire, prises en grand, dans le sein de la terre et alors qu'elles sont soumises à de grandes pressions qui les étreignent en tous sens, très-flexibles. L'eau de couche les rend d'autant plus flexibles que leur état de porosité leur permet d'en renfermer une plus forte proportion; et à ce sujet il n'est pas de carriers, de mineurs, qui ne sachent très-bien que des bancs de roches même très-épais fléchissent toujours un peu avant de se rompre ou de se détacher, et cependant la portion sur laquelle ils agissent est toujours très-courte comparativement aux épaisseurs. Les grès en général sont très-flexibles; les quartzites le sont également, et, sans s'appuyer ici sur l'*itacolumite* qu'on désigne quelquefois sous le nom de *quartz flexible*, on sait très-bien que des bancs mêmes de cette roche sont susceptibles de se courber, sur une très-petite longueur, sans se briser. Les calcaires sont également assez flexibles pour avoir été parfois fortement courbés dans la nature sans se rompre et sans qu'on ait besoin de faire intervenir, comme le supposent beaucoup de géologues, des causes de ramollissement; il leur a suffi, pour cela, des grandes pressions auxquelles ils ont été ou sont soumis. Il est facile d'ailleurs, ajoute M. Virlet, d'expérimenter, dans une scierie, cette flexibilité réelle, sur les lames ou tablettes de marbre, avant qu'elles soient tout à fait détachées de leur bloc; si elles ont 2 mètres de longueur, par exemple, vous pourrez toujours, à l'aide d'un coin, les écarter beaucoup sans les rompre, et cet écartement pourra être d'autant plus considérable que le bloc aura été plus récemment extrait de sa carrière. Enfin, les silex eux-mêmes sont quelquefois très-flexibles, et M. Virlet en cite un exemple qu'il a pu constater par lui-même dans une carrière de la Bourgogne, où une plaquette très-mince de silex, allongée en forme de tablette et de 2 à 3 centimètres d'épaisseur ayant été mise à découvert, au toit d'une galerie, sur une

longueur d'environ 1^m,30, avec une largeur moyenne de 0^m,40, il suffisait d'une simple pression du doigt pour lui imprimer un mouvement qui aurait déterminé une véritable oscillation, si le toit n'avait été un obstacle à ce mouvement prolongé. Une forte pression de la main suffisait pour lui imprimer une courbure, qui n'avait pas moins de 25 centimètres de flèche; aussi M. Virlet pense-t-il qu'à l'aide d'une pression convenable on aurait pu arriver à la fléchir bien davantage. Afin de reconnaître combien de temps durerait cette grande flexibilité, il avait recommandé aux ouvriers de ne pas détacher sans motifs cette plaque de silex; mais, comme toujours, ceux-ci, voulant sans doute pousser l'expérience à l'extrême, l'avaient rompue quelques jours après. Il en est donc des roches comme de la glace, qui nous paraît aussi tout à fait rigide, quand elle est en petits fragments et qui est cependant assez flexible pour couler à la manière des bitumes; elle coule lentement, cela est vrai, mais enfin elle coule et les roches fléchissent.

Séance du 9 janvier 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

MARANGONI (le docteur Carlo), rue de l'École-de-Médecine, 32, à Paris, présenté par MM. l'abbé Stoppani et de Mortillet;

SIMONIN, ingénieur civil des mines, à Paris, rue Lavoisier, 7, présenté par MM. Gruner et de Verneuil.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part du comité de la paléontologie française, *Paléon-*

tologie française. — *Terrains jurassiques*, liv. VI. — *Brachiopodes*, par M. Eug. Deslongchamps, texte, f. 12 et 13; atlas, pl. XLVIII à LIX.

De la part de M. le docteur G. Casaretto, *Discorso letto nella pubblica adunanza dei 3 luglio 1864 della Società economica di Chiavari*, in-8, 63 p., Chiavari, 1864; chez A. Argirolfo.

De la part de M. G. P. Deshayes, *Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris*, livr. XLV et XLVI.

De la part de M. Th. Ébray :

1° *Stratigraphie des terrains jurassiques du département de l'Ardèche et en particulier des minerais de fer de la Voulte et Privas*, in-8, 32 p., 1 pl., Tarare, 1864.

2° *Description géologique du bassin houiller de Decize au point de vue de recherches à faire dans le but de créer de nouvelles exploitations*, in-8, 28 p., 1 pl., Paris, 1864; chez J. B. Baillièrre et fils.

De la part de M. Joseph Fayn, *André Dumont, Sa vie et ses travaux*, in-8, 276 p., 1 portrait, Paris et Liège, 1864; chez Noblet et Baudry.

De la part de MM. B. Gastaldi et Gabriel de Mortillet, *Sur la théorie de l'affouillement glaciaire*, in-8, 29 p., 1 pl., Milan, 1863; chez Bernardoni.

De la part de M. Joseph Prestwich, *On the geological position and age of the Flint-implement-bearing beds, and on the loess of the south-east of England and north-west of France*, in-4, 65 p., 1 carte, Londres, 1864.

De la part de M. Alexis Perrey :

1° *Note sur les tremblements de terre en 1861*, avec supplément pour les années antérieures, in-8, 112 p.

2° *Note sur les tremblements de terre en 1862*, avec supplément pour les années antérieures, in-8, 179 p.

3° *Mémoire sur les tremblements de terre dans l'île de Zante*, par MM. D. G. Barbiani et B. A. Barbiani, avec introduction par M. Alexis Perrey, in-8, 112 p.

4° *Documents sur les tremblements de terre et les phéno-*

mènes volcaniques dans l'archipel des Kouriles et au Kamtschatka, in-8, 166 p., Lyon, 1863.

De la part de M. Victor Raulin, *Catalogue des mollusques terrestres et fluviatiles, vivants et fossiles, de la France continentale et insulaire*, par MM. les docteurs de Grateloup et Victor Raulin, in-8, 56 p., 2 tableaux, Bordeaux, 1855; chez Th. Lafargue.

De la part de M. le directeur en chef du relevé géologique de la Suède, *Carte géologique de la Suède*, f. 6 à 13, texte, in-8, cahiers 6 à 13.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1864, 2^e sem., t. LIX, n^{os} 25 et 26, 1865, 1^{er} sem., t. LX, n^o 1.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. XII, 1864; *Bulletin des séances*, f. 14-21.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XI, 1864, *Revue bibliographique E*.

L'Institut, n^o 1616; 1864.

The quarterly journal of the geological Society of London, 1^{er} novembre 1864, n^o 80.

The Athenæum, n^{os} 1039 à 1041; 1864 et 1865.

M. Dangleure offre à la Société, au nom du comité de la paléontologie française, la 6^e livraison des *Brachiopodes du terrain jurassique*, par M. Eugène Deslongchamps (voy. la liste des dons).

M. Dangleure, trésorier, présente l'état suivant de la caisse au 31 décembre 1864:

Il y avait en caisse au 31 décembre 1863. . .	744 fr. 20 c.
La recette, du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 1864, a été de.	48,040 40
Total. . .	48,751 30
La dépense, du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 1864, a été de.	47,855 40
Il reste en caisse au 31 décembre 1864. . .	895 fr. 90 c.

La Société adopte successivement les nominations que le

Conseil a faites, dans sa dernière séance, pour l'année 1865, dans les diverses Commissions.

Ces Commissions sont composées de la manière suivante :

1^o *Commission du Bulletin* : MM. Albert GAUDRY, P. MICHELOT, DAUBRÉE, DAMOUR, Ed. HÉBERT.

2^o *Commission des Mémoires* : MM. DE VERNEUIL, D'ARCHIAC, DELESSE.

3^o *Commission de Comptabilité, chargée de vérifier la gestion du Trésorier* : MM. PARÈS, P. MICHELOT, Ed. COLLOMB.

4^o *Commission des Archives, chargée de vérifier la gestion de l'Archiviste* : MM. J. DESNOYERS, VIKESNEL, le marquis DE ROYS.

Il est ensuite procédé à l'élection du Président pour l'année 1865.

M. GRÜNER, ayant obtenu 88 voix sur 129 votants, est élu Président pour l'année 1865.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-Présidents : MM. E. LARTET, DAMOUR, J. DESNOYERS, P. MICHELOT.

Secrétaire : M. P. MARÈS.

Vice-Secrétaire : M. L. VAILLANT.

Membres du Conseil : MM. DAUBRÉE, Ed. COLLOMB, BELGRAND, JANNETTAZ, le marquis DE ROYS.

Par suite de ces nominations, le Bureau et le Conseil sont composés, pour l'année 1865, de la manière suivante :

Président.

M. GRÜNER.

Vice-Présidents.

M. E. LARTET,
M. DAMOUR,

M. J. DESNOYERS,
M. Paul MICHELOT.

Secrétaires.

M. MILNE EDWARDS (Alphonse),
M. P. MARÈS.

Vice-Secrétaires.

M. Alf. CAILLAUX,
M. L. VAILLANT.

*Trésorier.**Archiviste.*

M. DANGLURE.

| M. le marquis DE RAINCOURT.

Membres du Conseil.

M. DELESSE,

| M. Ed. HÉBERT.

M. D'ARCHIAC,

| M. DAUBRÉE,

M. DE VERNEUIL,

| M. Ed. COLLOMB,

M. VIKESNEI,

| M. BELGRAND,

M. Albert GAUDRY,

| M. JANNETTAZ,

M. DESHAYES,

| M. le marquis DE ROYS.

*Séance du 16 janvier 1865.*PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE (*ancien président*).

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

BARDIN (l'abbé Lud.), professeur au petit séminaire Mongazon, à Angers (Maine-et-Loire), présenté par MM. l'abbé Lambert et Hébert;

DELPHIN-FOURNEREAU (l'abbé), professeur aux Chartreux, à Lyon (Rhône), présenté par MM. Edm. Pellat et Locard.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, décembre 1864.

De la part de M. G. de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, 1^{re} année, décembre 1864, Paris.

De la part de M. Casiano de Prado, *Descripción física y Soc. géol.*, 2^e série, tome XXII.

geologica de la provincia de Madrid, in-4, 219 p., 4 pl., Madrid, 1864; imprimerie nationale.

De la part de M. le professeur A. Winchell, *On the origin of the prairies of the valley of Mississipi*, in-8, 16 p., Ann. Arbor, Mich., 15 octobre 1864.

De la part de M. A. Oppel, *Über die muthmasslichen Äquivalente der kössener Schichten in Schwaben*, in-8, 17 p., 2 pl., Vienne, 1856.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1865, 2^e sem., t. LX, n^o 2.

L'Institut, n^o 1616; 1865.

Réforme agricole, décembre 1864.

Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux, t. III, 1864.

Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, juillet et août 1864.

Annales de la Société des sciences industrielles de Lyon, avril et mai, juin et juillet 1864.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, septembre et octobre 1864.

Société imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc., octobre 1864.

The Athenæum, n^o 1942; 1865.

The mining and smelting magazine, janvier 1865.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, novembre 1864.

Revista minera, 1^{er} janvier 1865.

The Canadian Journal of industry, science and art, nov. 1864.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. d'Archiac :

Note sur la découverte faite par M. Pouech du quatrième étage du lias dans le département de l'Ariège; par M. d'Archiac (1).

Au mois de juillet dernier, M. l'abbé Pouech nous adressa

(1) Voyez pour les caractères et les limites de cet étage : *Hist. de progrès de la géologie*, vol. VII, p. 404 et 477, 1857.

une suite d'échantillons de roches fossilifères du département de l'Ariège avec une note explicative sur leurs relations, en nous priant de déterminer les corps organisés qu'elles renfermaient. Nous eûmes le tort de ne pas procéder immédiatement à cette détermination. Nous le regrettons d'autant plus que ces échantillons viennent révéler au pied des Pyrénées une des divisions les plus importantes du lias qu'on n'y soupçonnait pas, car jusqu'à présent on ne connaissait sur les deux versants de la chaîne que des fossiles représentant les deux premiers étages du groupe.

Notre savant confrère divise de la manière suivante les roches sédimentaires, à partir des masses dioritiques qui les supportent jusqu'aux assises que caractérise l'*Ammonites bifrons*.

A. Roche marneuse schistoïde, verdâtre, à cassure terreuse, sans fossiles.

B. Série de couches comprenant : 1° des bancs avec débris de poissons (*Saurichthys Mougeoti*, Ag., *Lepidotus minor*, id., *Gyrolepis tenuistriatus*, *Pycnodus Hugii*, *P. Bucklandi* (1), puis un calcaire compacte gris de fumée de Cadarcet rempli de valves de Cypridées encroûtées de carbonate de chaux, avec quelques moules de très-petits gastéropodes rappelant des formes d'*Acteonia*, d'*Eulima*, etc.; 2° un calcaire blanc jaunâtre provenant de Cadarcet, avec des moules et des empreintes de *Leda Deffneri*, Opp., et de *Mytilus minutus*, Gold. (in Oppel et Suess); 3° un calcaire marneux, gris, oolithique, sans fossiles distincts; 4° un calcaire blanc jaunâtre en dalles de Saint-Martin de Karalp, dont les surfaces sont recouvertes d'*Avicula contorta*, Portl., avec quelques empreintes d'*Anatina præcursor*, Quenst.; 5° un calcaire bleuâtre, fragment d'une sorte de rognon provenant de Foix-Vernajoul, présentant aussi l'*Avicula contorta*.

C. Plaque de schiste calcaire, noir, bitumineux, de Foix-Vernajoul, dont les faces sont couvertes d'une multitude de bivalves transverses, très-aplaties, très-minces, d'apparence cornée, sans aucune trace de charnière, ayant l'aspect de certaines *Myacites* et qui restent encore à déterminer.

D. Série de couches comprenant : 1° du calcaire de Soula, au col de Karagoat, avec *Avicula contorta*, des moules nombreux de petites bivalves, peut-être le *Cardium rhæticum*, Mer., d'autres plus arrondies, et une Nucule voisine de celle qu'a figurée M. Dumortier, dans ses *Études paléontologiques* (pl. 4, fig. 12),

(1) La détermination de ces poissons avait été faite antérieurement par M. Albert Gaudry.

comme appartenant à la zone à *Ammonites planorbis*; 2° du calcaire compacte, gris de fumée, dont la cassure montre des moules avec empreintes de petites bivalves subcirculaires, un peu globuleuses, encore indéterminées, mais rappelant certaines formes de *Tæniodon*; 3° un calcaire marneux, noirâtre, de Soula, avec une Lime assez grande, subéquilatérale, couverte de stries excessivement fines, qui paraît être nouvelle.

E. Calcaire gris, compacte, de Soula et de Foix-Vernajoul, dont la surface des lits est couverte de *Plicatula intusstriata*, Emm.

Au-dessus de ces assises viennent des couches rubanées, dépourvues de fossiles et séparant les précédentes des marnes du lias proprement dites.

Cette note n'est qu'une simple prise de date par M. Pouech, qui communiquera ultérieurement à la Société un travail stratigraphique complet sur ce sujet.

M. Alfred Caillaux, vice-secrétaire, rend compte de la lettre suivante de M. Boué à M. Collomb :

Exposé des raisons pour lesquelles j'ai modifié aujourd'hui une partie de mes classements géologiques de la Turquie en 1840; par M. Boué.

Les connaissances humaines avancent par la découverte de nouveaux faits aussi bien que par l'application de nouvelles théories; les premiers restent lorsqu'ils sont exacts, tandis que les hypothèses ne sont immortelles qu'à condition de rendre compte de toutes les observations faites aussi bien jusqu'au jour de leur émission qu'après cette dernière. Ainsi la découverte d'Oersted en 1820 a élargi prodigieusement nos idées sur l'électricité et le magnétisme; ainsi celle de la lumière polarisée par Malus en 1810 a ouvert un champ immense à l'optique. L'analyse spectrale de Bunsen et de Kirchhof est en voie de compléter la chimie et les recherches analytiques sur la terre comme dans le ciel; enfin l'actinochimie a donné lieu au riche trésor de la photographie. D'une autre part, l'adoption définitive de la théorie des ondes a perfectionné éminemment l'optique en rendant compte bien mieux que jadis de tous ses problèmes les plus difficiles (dispersion, diffraction, irradiation, interférences, etc.). Le système naturel des plantes a amélioré éminemment la botanique comme

science. La zoologie du jour, étayée de l'anatomie comparée, est devenue tout autre que dans les temps passés, etc. Il en a été de même en géologie, soit théorique, soit pratique. Il a paru jusqu'ici sur la géographie géologique environ 20 000 ouvrages ou mémoires, dont la publication depuis cinquante ans forme une espèce de progression géométrique. Le perfectionnement de ces œuvres est si considérable, soit par l'exactitude actuelle de la minéralogie et de la chimie, soit par celle de la paléontologie et de la détermination des terrains, que tout ce qui a été publié il y a plus de trente à quarante ans paraît plus ou moins imparfait; et ce qui est plus ancien est presque inutile à consulter.

Les théories géologiques, et j'entends ici les grandes hypothèses, aussi bien que les divisions plus ou moins artificielles stratigraphiques, me font l'effet des méthodes diverses en mathématiques; plus elles se perfectionnent, plus ces dernières avancent. De la même manière, plus nos terrains assez nombreux se délimitent mieux et sont faciles à reconnaître sous différentes allures et métamorphoses dans le monde entier, plus s'élargit la géologie de position. Plus on trouve à établir dans chaque grande formation des horizons géologico-paléontologiques, plus on facilite les reconnaissances nouvelles, tout en approchant de plus près des lois naturelles qui ont présidé à l'érection de ce magnifique et étonnant édifice. Enfin, notre science recule encore ses bornes, quand on nous fournit les clefs véritables pour déchiffrer tous les accidents divers des masses minérales, des montagnes et de leurs chaînes.

J'ai cru utile de rappeler ces énoncés avant de développer ma position individuelle relativement à nos connaissances actuelles sur la Turquie d'Europe comparées à celles qu'on en avait avant comme après nos voyages. Éloigné de cet ami (1), qui a partagé avec moi une partie des fatigues de cette expédition, je ne puis que parler pour moi, ne sachant pas si nous sommes d'accord.

En 1835, il régnait encore une grande obscurité sur la géographie physique et la géologie de la Turquie d'Europe, au point même qu'on semblait croire à un haut Balkan traversant cette péninsule de part en part. Notre carte géologique de l'Europe de l'an 1851 résumait tout ce qu'on pensait sur la nature de cet ancien sol. Les limites maritimes de cette presque île étant fixées, aussi bien que ses frontières septentrionales, j'attachai pour ma part peu d'importance aux petites irrégularités possibles de position géo-

(1) M. Viquesnel.

graphique de certaines villes; je désirai déchiffrer surtout son orographie et sa potamographie générales tout en observant sa végétation et en recueillant tout ce qu'il m'était possible sur sa constitution géologique et surtout sur son ethnographie peu connue alors.

Or, dans notre campagne de 1836, faite aux trois quarts avec MM. Viquesnel et de Montalembert, nous atteignîmes presque complètement notre but. L'orographie véritable fut reconnue, la plupart des bassins tertiaires ou d'alluvion annotés, divers détails géologiques et géographiques sur des roches anciennes ou pluto-niques acquis à la science. Cependant nous n'avions parcouru que tout le centre de ce triangle, mais nous avions pu juger de l'orographie des parties, soit occidentales, soit orientales, parce que nous avions touché les extrémités des chaînes de ces portions de la Turquie. Néanmoins notre voyage se termina sans grandes coupes, parce que la confection des profils exige des traversées répétées des chaînes et non pas leurs longements ou même leurs coupures seulement en biais. Certes, si nous avions eu le bonheur de posséder de meilleures cartes ou de connaître à l'avance l'orographie, nous aurions disposé notre route en zigzag et vu bien plus de géologie stratigraphique. Nous n'avions coupé en biais que le groupe du Kopaonik dans le sud-ouest de la Servie et une extrémité des chaînes de la Bosnie méridionale. Nous traversâmes bien le Karadagh et à moitié le Schar, pour ensuite couper du Vardar à Monastir et à Castoria les chaînes courant du nord-ouest au sud-est en Macédoine. Nous aurions dû faire plus de traversées pareilles et franchir tout le Schar au lieu de monter seulement à une de ses cîmes. Notre course le long du pied des petites chaînes au centre de la Turquie ne put donner lieu à des coupes, quoiqu'elle fût une intéressante reconnaissance s'étendant du Schar au Rhodope. Ce dernier fut franchi par moi seul dans cette campagne, et je coupai en biais les chaînes de la partie orientale de la Moesie supérieure et de la portion tout à fait sud-est de la Servie. Depuis lors, Viquesnel s'est immortalisé en nous débrouillant enfin la géographie et la géologie du Rhodope qu'il parcourut en zigzags convenables.

Dans ma cavalcade solitaire de près de huit mois en 1837, je pus déjà profiter des connaissances acquises, témoin mon excursion dans les montagnes du nord-ouest de la Servie et surtout mes quatre grandes traversées du Balkan véritable. Néanmoins, j'aurais dû prolonger toujours chacune de mes coupes depuis la Thrace jusqu'au Danube. C'est aussi ce qui m'a permis de tracer les profils que j'ai publiés l'an passé, mais que je n'avais pas su,

jusqu'alors, classer convenablement. Ma traversée complète de la Turquie, du Bosphore à l'Adriatique, et mon retour de là à travers toute la Bosnie jusqu'au débouché de la Drina me procura une masse de détails géographiques; mais je ne sais souvent pas comment raccorder mes observations géologiques avec les classements adoptés, surtout faute de grandes coupes. Mon voyage en Bosnie avait été à moitié un parcours longitudinal des chaînes, à l'exception cependant de ma coupe des chaînes de Serajevo à la Drina et de ma traversée si pittoresque de la haute arête entre l'Albanie supérieure et l'Herzégovine.

Dans ma troisième campagne, moitié seulement avec notre cher Viquesnel, nous ne parcourûmes que l'ouest de la péninsule, depuis la Thessalie jusqu'à la Croatie. Notre visite des chaînes de la Servie occidentale resta imparfaite par la politique astucieuse d'un employé serbe, qui nous empêcha de longer la Drina. Par contre, nous eûmes une traversée très-intéressante des chaînes dirigées du N. O. au S. E., depuis la Servie jusqu'à Scutari en Albanie. Dans le point le plus intéressant de la route, sur des montagnes de 4 à 6000 pieds, un brouillard épais cacha à Viquesnel le magnifique spectacle des nombreuses chaînes de la Bosnie, vue dont j'avais joui heureusement en 1837. Notre route de Scutari à Janina fut en partie la plus sotte course possible, parce que nous ne fîmes que de petites traversées. Nous aurions dû pénétrer dans le pays du petit prince des Myrdites et faire une coupe depuis la mer par Croja jusqu'au Drin noir, puis parcourir en travers l'Albanie moyenne de Durazzo à Ochri ou Dibre ou même à Menastir, enfin en Épire, nous rendre d'Aulone à Tepedeien et dans la vallée de Vojoutza pour monter de là au Pinde et suivre un parcours semblable dans le sud de l'Épire. Au lieu de ces coupes qui nous auraient ouvert la géologie albanaise, nous passâmes même au pied de l'intéressant mont Tomor sans le toucher, et, par suite de la malheureuse maladie de Viquesnel, je pus seul couper le Pinde à Mézovô en négligeant de nouveau le grand mont calcaire de Peristera. Après avoir vu la Thessalie jusqu'à Tempé, je traversai la chaîne septentrionale de ce beau bassin et retombai en Macédoine jusqu'à Ochrida dans les vallées longitudinales des chaînes occidentales de la Turquie, courant du N. O. au S. E. Le reste de mon voyage fut fertile en résultats, parce que j'y coupai en Macédoine, outre le Schar, une chaîne un peu plus sud, en Herzégovine une chaîne entre ce pays et la haute Albanie, deux fois la muraille de séparation entre cette province

et la Bosnie, et dans cette dernière principauté deux autres chaînes en y pénétrant jusque dans la partie N. O. croate.

Je viens maintenant exposer les raisons pour lesquelles ces voyages fatigants et assez dispendieux n'ont pas pu être mieux dirigés et ont porté en partie des fruits si verts en géologie. Tout d'abord le manque d'hommes scientifiques laisse le voyageur sans boussole comme dans tant d'autres pays, et, ce qui est le plus désolant, la presque totalité des exceptions à cette règle sont loin d'être disposées à aider l'ami des sciences; bienheureux s'il échappe à des soupçons politiques sans fondement. Les autorités turques aident ou entravent le voyageur d'après leur caprice, les recommandations ou les insinuations de leur entourage; mais jusqu'ici elles n'ont jamais paru encourager les relevés d'aucune espèce dans leur campement européen. Viquesnel se rappellera encore ce soupçonneux pacha Mahmoud de Monastir qui, sous un prétexte futile (peste ou brigands sont les excuses ordinaires), nous refusa l'ascension du Périster qui nous aurait mis au fait de toute l'orographie encore inconnue sur les frontières de la Macédoine et de la moyenne Albanie. Si, d'un autre côté, le pacha de Kalkandel fut la politesse même et nous fit escalader le Schar vers son milieu, s'il avait voulu ou s'il avait connu toute cette chaîne, il aurait dû nous faire arriver sur le plateau, sommet du Talesch, parce que, placés au-dessus du Drin noir, depuis cette cime nous aurions pu dessiner toute la potamographie et l'orographie de ce coin de l'Albanie supérieure et du pays des Myrdites et des Malsores. Personne ne nous fit même savoir qu'au haut de la vallée de Petero ou Kalkandel, il y avait un second bourg presque aussi considérable d'où l'ascension mentionnée aurait été superbe et facile. A Negotin, sur le Vardar, nous vîmes en face de nous le défilé si curieux du Vardar inférieur. Le chef de cet endroit n'eut garde de nous avertir que nous n'étions qu'à deux ou trois lieues d'un point si intéressant pour la géographie physique, comme pour l'archéologie. Hahn et Barth le virent enfin en 1862 et 1863.

Il faut bien se dire que les voyages en Albanie sont encore les plus difficiles et ne peuvent vraiment réussir qu'en ayant le puissant soutien des pachas locaux ou dans les districts libres la sauvegarde des anciens de tribus ou de villages. La garde d'un tartare turc, espèce de sûreté complète dans toute la Turquie, perd en Albanie beaucoup de sa valeur. Or c'est ainsi que nous voyageâmes, et notre guide dut nous avouer tristement qu'il ne pouvait nous garantir l'absence de toute espèce d'aventure désagréable dans ce

pays de loups, à langue étrangère, où fourmillent les localités illustrées par des vols ou même des assassinats.

La géologie de la Turquie d'Europe se résume en celle des Alpes orientales pour la partie occidentale de cette péninsule, en celle de la chaîne hongroise-transylvaine pour la portion centrale, et en partie en celle de la Transylvanie pour la Bulgarie et la Thrace. Il s'agissait donc, avant de s'aventurer dans ce pays moins ouvert que notre Europe, de s'identifier avec les géologies des susdits pays autrichiens. Or, en 1836, la clef de la géologie des Alpes orientales n'était pas encore trouvée; il a fallu pour cela attendre encore près de vingt ans. Il en était de même pour les Carpathes, soit septentrionales, soit orientales. Certains points avaient bien été fixés dans l'une et l'autre chaîne, mais la série des dépôts secondaires, surtout ceux depuis le grès bigarré jusqu'à la craie n'étaient pas débrouillés. On avait négligé trop longtemps mon avis de séparer entièrement le type des formations alpine, carpathique et méditerranéenne (voy. mon *Guide du géologue voyageur*, 1836, v. II, p. 354), d'avec celui de l'Europe centrale et occidentale. Tout en connaissant à fond les terrains et les étages de ces portions de notre continent, il fallait s'attendre à trouver dans le sud et le sud-est des allures de formation totalement différentes. La stratigraphie seule n'étant pas un guide suffisant, on croyait que la paléontologie aiderait puissamment à sortir de ce labyrinthe. Cet espoir ne s'est réalisé qu'en partie, parce qu'on s'est trouvé vis à vis de faunes, si ce n'est de flores, dont la plupart des espèces étaient neuves ou au moins des variétés de celles déjà connues. Néanmoins, à force de patience et d'observations stratigraphiques, l'École de l'Institut géologique de Vienne est parvenue à se rendre un compte satisfaisant de la suite des dépôts, en utilisant le gisement déjà connu d'un petit nombre de fossiles caractéristiques. Ainsi a pu être établie une série d'horizons géologiques, qui mis en parallèle avec le tableau des terrains du N. O. du centre de l'Europe ont offert les plus grandes dissonances relativement à la puissance respective des dépôts et même à leur nature minérale. Voilà donc les théories utiles trouvées dont j'ai parlé au commencement de cette note; leurs applications intéressantes en découlaient tout naturellement, puisqu'elles sont vraies. La gloire en reste à l'école de Vienne.

Jetons un regard en arrière vers ce temps antérieur à 1819 et à Charbaut, où les géologues ne savaient distinguer le muschelkalk ou conchylien du jurassique ni même le keuper du grès bigarré; vous auriez conduit cent fois un géologue de Freiberg derrière le

Weissenstein à Soleure, il n'aurait pu saisir que ce calcaire gris renversé et accompagné de gypse n'était qu'un fragment d'un tout autre terrain poussé au travers de couches jurassiques contournées. Il n'aurait même pas pu déchiffrer cet hiéroglyphe s'il avait connu Salins. Il fallait d'abord établir dans le sud-ouest de l'Allemagne ou en Lorraine l'indépendance totale du conchylien d'avec le Jura. Eh bien ! dans les Alpes et dans le Midi il s'est présenté des difficultés analogues, dont la solution a été augmentée par les natures particulières des dépôts secondaires inférieurs tant houillers que trias, tandis que le lias, les étages jurassiques, les craies et même les terrains tertiaires inférieurs ont pris des aspects et des formes extraordinaires.

Lorsque nous parcourûmes la Turquie d'Europe, nous étions donc pour les terrains secondaires et même en partie pour le tertiaire sans véritable boussole. De plus, dans la partie slave, nous avions trop souvent pour ennemi des dénudations de coupes, d'immenses forêts ou des bois, et dans le pays albanais la difficulté du parcours d'un pays rocailleux. A cela venait s'ajouter l'impossibilité de voyager à pied ; or, pour récolter des fossiles, le cheval est le plus mauvais compagnon, et cependant les pétrifications auraient pu seules nous guider, lorsque toutefois nous ne marchions pas sur des roches très-pauvres en restes organiques, comme sont, par exemple, le lias et la craie si étendus dans ce sud-est de l'Europe.

Viquesnel paraît étonné de ce que je m'aventure à reparler de la géologie secondaire de la Turquie ; certainement il vaudrait mieux retourner dans ce pays, avec notre catéchisme des Alpes et des Carpathes et lui consacrer les fatigues de trois autres campagnes ; cela nous procurerait une carte géologique bien plus exacte et plus détaillée que la mienne. Mais jusqu'à ce que quelqu'un plus jeune remplisse ce cadre, ce qui se réalisera bientôt, mon ancien compagnon de route ne peut trouver mauvais mon aveu de quelques erreurs. Sans répéter tout ce que je me suis aventuré à énoncer dans mes quatre mémoires sur la géologie et la géographie turques à l'Académie de Vienne (voyez les *Comptes rendus*, 1856, vol. XXII ; 1862, vol. XLV ; 1864, vol. XLIX, divis. I, p. 179 et 301), je me contenterai des généralités suivantes en y ajoutant quelques idées neuves inédites :

1^o Je suis intimement persuadé de la présence du *système paléozoïque* en Turquie d'Europe, non pas seulement sur le Bosphore et dans la partie centrale de la chaîne côtière de la mer Noire, le Strordja Balkan, mais encore dans le centre de la

Haute-Moesie et dans le milieu de la Bosnie autour de Voinitza vers Fravnick et Kiseliak. Il est encore possible qu'on y fasse entrer un jour les épais alternats de calcaire et de schistes noirs du Balkan d'Étropol adossé aux schistes cristallins, ainsi que les zones de schistes et de calcaires à l'ouest du Vardar et surtout ceux entre ce fleuve et la Tscherna, mais il me manque les fossiles pour en être sûr.

2° Si le terrain houiller ancien semble manquer en Turquie, le *trias* des Alpes et des Carpathes avec son facies particulier y existe incontestablement en plusieurs lieux, comme dans le sud-est de la Servie (Slatova, Krivi; v. Paratchin?), dans la Bulgarie occidentale (Topolnitsa-Rieka, Malina? Taschkisi?), dans la Haute-Moesie, entre Selenigrad et Trn, entre Doubnitsa et Radomir et probablement dans le grand et large canal ou enfoncement bosniaque, entre Senitza et Miesleschevo à Minaret-Han, et en outre plus au nord vers Kolleschitz (?) ainsi qu'autour de Tarschin et de Tuzla et peut-être au sud-ouest de Fotscha dans la vallée de la Drina. Je ne crois pas qu'il existe en Épire ni en Albanie; mais l'Herzegovine ne m'apparaît à présent que comme une grande cavité rectangulaire produite par le pointement caché du trias au milieu de roches relevées jurassiques et crétacées; son recouvrement complet serait formé par le système crétacé à rudistes, celui de l'éocène à Nummulites et d'épaisses alluvions. M. de Hauer a reconnu un îlot de trias sur la côte maritime à l'extrémité méridionale de l'Albanie autrichienne. Son prolongement sud-est irait se cacher sous les eaux de l'Adriatique.

3° Le *lias alpin*, ce calcaire compacte en partie dolomitique, peu coquillier, caractérisé par les Mégalogons, paraît occuper en Turquie et surtout en Bosnie et en Servie une place considérable. On le retrouve positivement au pied nord du Schaz, à l'ouest et au nord du bassin albanais de la Metoja, sur les bords inférieurs du Drin noir, dans le Prokletia, donc aussi dans le sud et dans l'ouest du Montenegro, ainsi que depuis Alessio jusqu'à Elbassan, à l'est de la route des caravanes, etc. Pour les calcaires des bords du lac d'Ochrida et surtout pour ceux de là à Castoria, au Bouxenos et à Kojani, ainsi que vers Vodena, je laisse la question indécise, ou je pencherais même encore toujours vers l'idée de voir dans ces derniers, en tout ou en partie du moins, des dépendances du système crétacé. Dans le Pinde il est fort possible que ce dernier terrain recouvre, outre des étages jurassiques, du *lias alpin*. Cette dernière formation s'étend d'une autre part du

Bannat et des bords pittoresques du Danube dans la Servie orientale et dans la Haute-Moesie ou Dardanie occidentale. Je me suis avisé d'en vouloir reconnaître jusque sur la pente septentrionale du Balkan de Tchipka; ce sera à vérifier, car je n'ai pas vu de fossiles caractéristiques.

4° Des *étages divers jurassiques*, que je crains de spécifier plus individuellement faute de preuves, se présentent dans la susdite chaîne Bannato-Serbe-Dardanique, ainsi que dans le sud-ouest de la Servie, en Bosnie, dans le Pinde et dans les chaînes de l'Agrospotamos. Dans la Servie, vers Tschatschak et Kosnik, je serais disposé à retrouver des exemples du *Klippenkalk* ou calcaire rocheux jurassique inférieur des Carpathes. Quant au dépôt calcaire bien stratifié gris et rougeâtre au nord-nord-est d'Eski-Sagra en Thrace, je le croirais aussi de cet âge, tout en reconnaissant qu'il rappelle quelquefois celui à l'est d'Oravitza dans le Bannat, comme aussi certains calcaires du défilé du Varisch-Derbend, à l'ouest du Vardaz et de la Tscherna inférieure. Serait-ce seulement une ressemblance minéralogique?

Je puis me tromper; mais mes souvenirs me portent à penser que les horizons alpins des couches de Kössen, de Hirlatz, etc., se retrouveront en Bosnie; je n'ai pu rencontrer nulle part les couches de Gresten, à moins que quelque chose de semblable n'existe autour de Kolleschitz, etc.

5° Les *dolomies* forment une arête très-dentelée et quelquefois double depuis le Prokletia sur le Drin albanais jusqu'au Vronatz, en Bosnie centrale, en reparaissant même encore isolément plus au nord-ouest ainsi qu'au sud dans le Montenegro, autour d'Antivari, à l'est d'Alessio, en Macédoine sur le bord du bassin dans le Pilav-Tépé (?), etc. Je crois que nous nous sommes trompés en classant ces roches dans le système crétacé, parce qu'elles ressemblent trop aux dolomies du Tyrol et en général des Alpes orientales; elles sont liées dans tous ces lieux à des calcaires en partie bréchoïdes et plus ou moins magnésiens. Les fossiles de ces derniers sont rares et les coupes de bivalves peuvent tromper. Je serais aussi assez disposé à adopter l'idée de M. de Richtofer qui, vu la configuration toute particulière des dolomies, croit que ce ne sont que des restes de récifs de polypiers en partie démantelés et surtout fort minéralisés. En effet, les polypiers sont les pétrifications indistinctes les plus fréquentes de ces roches jurassiques inférieures.

Le *néocomien* paraît être assez abondant en Turquie, surtout dans le Balkan, la Haute-Macédoine orientale, la Dardanie occi-

dentale, ainsi qu'en Serbie. Nous ne doutons guère qu'il n'existe aussi dans l'ouest de cet empire, surtout en Bosnie. Il est assez fossilifère.

7° Le *terrain crétacé à Orbitolites* traverse toute la Bulgarie à quelque distance au nord du Balkan; on le trouve aussi au centre de la Serbie avec beaucoup d'autres fossiles;

8° Le *terrain de Gosau* est présent çà et là en Turquie, en particulier dans la Serbie orientale et dans la Bosnie; la Tornatelle gigantesque le caractérise; on trouve aussi des calcaires à Nérinées en Haute-Albanie.

9° Le *système crétacé à rudistes* existe en masses assez considérables dans toute la Turquie occidentale et dans la Macédoine, ainsi qu'en Serbie; il est surtout bien caractérisé par ses bancs de fossiles sur plusieurs plateaux des montagnes calcaires de la Bosnie, de la Haute-Albanie et du Pinde en Épire, ainsi que dans le sud-ouest de la Macédoine. M. Peters a observé du calcaire à Caprotines même près de Belgrade et de Routschouk;

10° La *craie marneuse à Bélemnites* ne se remarque que dans la Bulgarie tout à fait occidentale où ressort à Schumla un calcaire à rudistes.

11° L'*éocène arénacé carpathique et viennois*, ou le flisch tertiaire, est bien caractérisé dans la Serbie centrale, dans la Bulgarie occidentale, dans l'Épire et dans l'Albanie maritime septentrionale. Il y aurait probablement en Turquie des grès à fucoïdes minéralogiquement de cette espèce, dont les uns seraient une dépendance du système crétacé, tandis que le plus grand nombre seraient éocènes.

12° Le *système nummulitique* est surtout très-développé dans l'Albanie épirote, dans l'ouest de la Thessalie, dans l'Albanie septentrionale et dans l'Herzégovine, ainsi que dans les environs de Varna, en Bulgarie, et en Thrace orientale.

13° Le miocène ou plutôt le *néogène* de Vienne existe avec ses argiles et ses calcaires fossilifères et ses agglomérats arénacés dans les grandes vallées serbes, dans les bassins de Nish et du Drin blanc supérieur, dans l'Albanie moyenne, dans les petits bassins sur le cours du Strymon, au sud de Radomir, et dans les grands bassins de la Thrace et de la Thessalie, ainsi que dans la Bulgarie occidentale (bassin du Timok), et en général dans les autres bassins tertiaires de ce pays, bassin de l'Osma, de l'Akali-Kamtschik d'Eski-Djoumaa, Schoumla, etc.

14° Si le phénomène des *blocs erratiques* n'est pas étranger à la Turquie d'Europe, il est possible qu'on doive s'expliquer ainsi

ou par une espèce de moraine l'énorme amas de blocs calcaires et dolomitiques à l'ouest du petit lac de Rikavetz (?) dans la partie supérieure de la vallée de Grauja, au pied oriental du col du Prokletia en Haute-Albanie. Si ce n'est pas une moraine, ce sont les résultats d'un énorme éboulis.

15° L'éocène arénacé a été percé aussi par des *serpentes*, des *roches diallagiques* et des *diorites*, comme en Italie, ou par des *porphyres verts métallifères*, comme en Hongrie. Dans ce dernier cas sont la Serbie et la Macédoine, dans le premier l'Albanie, où les roches agrégées ont subi en conséquence les plus grandes modifications dans le pays des Myrdites, probablement par suite d'émanations de vapeurs ou eaux chaudes siliceuses.

Le Secrétaire lit la lettre suivante de M. E. Dumortier, sur la véritable place de la *Rhynchonella meridionalis* qui se rencontre à la partie supérieure du calcaire à Entroques :

Mon ami, M. Eugène Deslongchamps, a publié dans le huitième volume du *Bulletin de la Société linnéenne de Normandie* la troisième partie de ses études critiques sur des brachiopodes nouveaux ou peu connus.

Il donne, page 274, la description d'une *Rhynchonelle* nouvelle, *Rhynchonella meridionalis*, d'après des échantillons rapportés d'Espagne par M. de Verneuil, et il ajoute qu'elle abonde dans le département du Var; il est effectivement facile de la recueillir soit à Cuers, soit à Belgentier, ou bien encore au Puget de Cuers et dans un bon nombre de localités de cette contrée, mais elle ne s'y trouve pas au niveau indiqué par M. E. Deslongchamps — avec la *Terebratula acuta* à la partie supérieure du lias moyen. Je l'ai invariablement recueillie dans une zone beaucoup plus élevée, c'est-à-dire dans la partie inférieure (pas la plus inférieure) du calcaire à Entroques, au-dessus des couches à *Chondrites scoparius*. Elle accompagne ordinairement le *Pecten personatus* si remarquable par sa taille extraordinaire et sa belle conservation. J'ai déjà signalé ce dernier fossile dans cette partie de la France (voy. *Bulletin de la Société géologique*, t. XIX, p. 839 — *Coup d'œil sur l'oolithe inférieure du Var*).

Il est bien entendu que je ne parle pas des gisements espagnols que je ne connais pas; la *Rhynchonella* de l'oolithe inférieure du Var est, sans aucun doute, celle figurée par M. Deslongchamps sous le nom de *R. meridionalis*; les plis du lobe médian sont au

nombre de deux à quatre; on peut voir, par ce que j'en disais page 841, que je regardais comme nécessaire l'établissement d'une espèce nouvelle pour cette forme du Var.

La *Terebratula Jauberti*, décrite page 271 du mémoire de M. Deslongchamps, accompagne toujours la *R. meridionalis*, et, par conséquent, est encore une forme de la base de l'oolithe inférieure; elle est ordinairement (dans le Var) plus petite que l'échantillon figuré par M. Deslongchamps; le crochet est très-petit et très-peu saillant; je ne connais pas de Térébratule dont les contours soient plus rigoureusement circulaires; c'est une forme importante pour l'oolithe inférieure du S. E. Aux gisements indiqués plus haut où elle se trouve avec la *Rhynchonella meridionalis* il faut ajouter Solliès-Ville, où elle est assez abondante. Il y a, au-dessus du village, une fort belle coupe du jurassique inférieur. La description que je donne (page 842 de ma note déjà citée) montre que je la regardais, dès lors, comme une espèce nouvelle.

J'ai trouvé avec beaucoup de plaisir, dans l'excellent mémoire de M. Deslongchamps, la description d'une Térébratule de l'oolithe inférieure, *Terebratula Brebissoni*, qui est certainement une espèce nouvelle; cette forme est rare et je ne l'ai recueillie dans nos environs que dans les carrières de Bagnols (Rhône); elle ne se trouve pas à Bagnols, comme en Normandie, dans les couches les plus inférieures de l'oolithe inférieure, mais toujours dans les couches moyennes, caractérisées par le *Pecten articulatus*, immédiatement au-dessous de la zone à *Ammonites Bladgeni* et *Terebratula Phillipsi*; c'est la zone de l'oolithe inférieure la plus fossilifère de nos pays et connue dans le Jura sous le nom de zone à bryozoaires ou zone à polypiers. Les exemplaires de Milly appartiennent au même niveau que ceux de Bagnols.

Une circonstance intéressante à noter pour les échantillons de la *Terebratula Brebissoni* de Bagnols est la conservation des traces de coloration; les deux valves sont couvertes de petites taches ovales, irrégulières, d'un gris violet, sur un fond jaune blanchâtre très-clair. J'ai sous les yeux un certain nombre d'exemplaires, plus ou moins entiers, et qui tous montrent les mêmes ornements; il serait bien intéressant de rechercher avec soin sur les échantillons de Fresnay-la-Mère ces traces de la couleur.

M. Hébert fait remarquer que si la *Rhynchonella meridionalis* dont parle M. Dumortier est bien celle figurée et décrite dans la *Paléontologie française* par M. Deslongchamp, c'est bien une espèce venant du lias moyen. M. Hébert et plusieurs

autres géologues l'ont ramassée, en quantité, dans le Midi, dans le lias moyen. Il n'y a aucun doute sur ce fait.

M. Wolmeringer adresse à la Société un travail sur la constitution du sol du marais situé entre Bordeaux et Bayonne. M. le vice-secrétaire en présente l'extrait suivant :

Note sur la nature et l'épaisseur du terrain d'alluvion de la vallée de l'Adour entre Hastings et Lahonce (Basses-Pyrénées); par M. Eug. Wolmeringer. (Extrait.)

Le chemin de Toulouse à Bayonne, après sa sortie de la ville de Peyrhourade, se dirige vers Bayonne en traversant, entre Hastings et Lahonce, une plaine de 20 kilomètres environ d'étendue, élevée de 0^m,30 à 1 mètre au-dessus de la mer.

Dix-sept sondages exécutés dans cette plaine pour les études du chemin de fer ont permis de constater que le terrain d'alluvion qui en constitue l'ensemble a moyennement une épaisseur de 49 mètres, et qu'il repose directement sur les bancs, calcaires et marneux, du terrain crétacé supérieur formant le fond de la vallée de l'Adour. Ces 49 mètres d'alluvions sont formés de sept couches dont la nature et l'épaisseur moyenne peuvent être représentées ainsi qu'il suit :

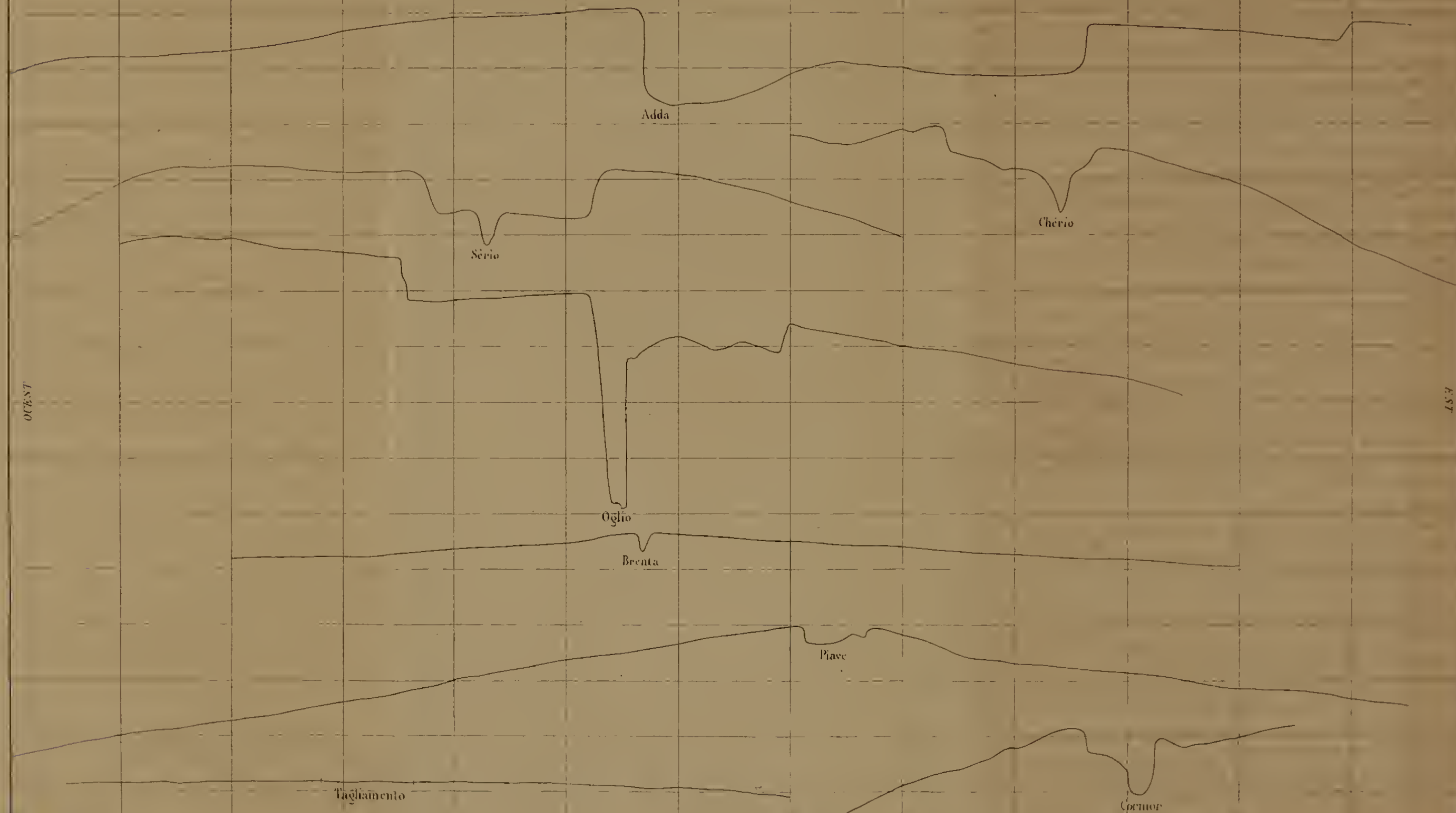
1° Terre végétale.	4 ^m ,88
2° Couche argileuse.	0 ^m ,28
3° Tourbe.	3 ^m ,48
4° Argile presque pure et détrempée. .	3 ^m ,49
5° Argile mélangée de sable.	4 ^m ,24
6° Argile mélangée de gravier.	4 ^m ,34
7° Couche de gros gravier.	4 ^m ,72

Dans l'épaisseur des deux premières couches on a trouvé sur divers points, et notamment sur la rive droite de l'Arau, des troncs d'arbres couchés pour la plupart dans le sens de la vallée. Ces arbres, dont il ne restait que le tronc et quelques-unes des grosses branches, appartenaient généralement à des châtaigniers et rarement à des chênes.

La couche de tourbe est uniformément formée de débris végétaux dans un état de décomposition très-avancé. On y trouve rarement quelques débris de feuilles de roseaux. Cette couche renferme une quantité de limon argileux trop considérable pour pouvoir être utilisée industriellement comme combustible.



Profil des fleuves et rivières le long du chemin de fer de Milan à Venise et à Udine par M. G. de MORTILLET



Proportion: hauteurs 1 millimètre par mètre (les lignes horizontales sont équidistantes de 10 mètres)
 Longueurs 20 millimètres par kilomètre (les lignes verticales sont équidistantes de 1 kilomètre)

La quatrième couche de couleur bleu foncé renferme une petite quantité de sable fin noir ou blanc.

Toutes ces couches ont des épaisseurs variables qui dépendent beaucoup de la forme plus ou moins régulière du fond sur lequel elles ont été déposées, et c'est ainsi que les argiles ont été reconnues en un point jusqu'à plus de 30 mètres de profondeur, tandis qu'ailleurs la couche de gravier apparaît presque à la surface.

M. Dausse ajoute de nouveaux détails en réponse à la communication faite par M. de Mortillet, dans la séance du 19 décembre dernier, sur la formation des vallées des fleuves d'Italie.

Note additionnelle sur la vallée du Pô; par M. Gabriel de Mortillet (Pl. I).

En présentant à la Société géologique ma *Note sur la vallée du Pô*, dans la séance du 19 décembre dernier, j'ai donné au tableau une coupe théorique du bassin des rivières de la Lombardie. Cette coupe, qui n'est pas reproduite dans la note, réunissait, en les exagérant un peu, pour les faire mieux saisir, les phénomènes présentés par le Tessin, l'Adda, le Sério, le Chério, l'Oglio et l'Adige. M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées Dausse, qui a fait une étude toute particulière des cours d'eau, partant de cette coupe, vient d'exposer de fort intéressantes considérations sur les actions produites par les rivières. Tout en reconnaissant le haut mérite de la communication de l'éminent ingénieur, je n'en persiste pas moins à maintenir mes assertions sur les abaissements et les soulèvements de la plaine du Pô. Pour les appuyer de nouvelles preuves, je vais donner les coupes exactes du lit des fleuves et des rivières de la Lombardie et de la Vénétie (Pl. I). Ces coupes sont extraites des profils en long du chemin de fer de Milan à Venise et à Udine. Qu'il me soit permis ici de témoigner toute ma reconnaissance à M. du Houx, directeur général des chemins de fer lombards et de l'Italie centrale, qui a bien voulu me permettre d'utiliser ces profils dans un intérêt scientifique.

Ne possédant que la rive lombarde ou côté gauche du Tessin, je ne puis en donner le profil complet. Le chemin de fer coupant la vallée de l'Adige en courbe et très en biais, il m'est également impossible de donner le profil exact de ce fleuve. Je le regrette d'autant plus que ces deux cours d'eau parleraient hautement en ma faveur.

Quant au Mincio, sa position dans un amphithéâtre glaciaire et surtout au milieu d'un terrain entièrement bouleversé par le génie militaire ôte toute importance à son profil.

Restent les profils de l'Adda, du Sério, du Chério et de l'Oglio, qui, tous les quatre, montrent le cours d'eau actuel plus ou moins profondément encaissé dans un étroit chenal au-dessous de deux ou trois terrasses échelonnées les unes au-dessus des autres. Les dépendances de ces terrasses prouvent que ce sont des débris d'anciens cônes de dégorgement fort surbaissés et à base très-élargie. Celui de l'Adda, par exemple, sur une longueur de 12 kilomètres, n'avait qu'une dizaine de mètres de renflement au centre. Celui du Sério sur une largeur de 8 kilomètres avait au centre un renflement de 12 mètres.

En étudiant la composition intérieure de ces cônes, actuellement profondément excavés, on reconnaît qu'ils sont formés, à l'Adda sur une épaisseur de 18 mètres et à l'Oglio de 50 mètres, de sables, graviers et cailloux de même nature et de dimensions analogues dans toute la hauteur, semblables aux sables, graviers et cailloux que charrient encore maintenant ces cours d'eau. Leur régime est donc sensiblement le même que pendant l'époque de formation du cône et rien ne peut faire supposer qu'il ait été différent pendant l'époque d'excavation. D'où provient donc qu'un cours d'eau d'une même intensité ait, à un moment donné, déposé un immense cône de déjection et à un autre moment largement et profondément dénudé et excavé ce cône? Pour expliquer ce double phénomène, il faut forcément avoir recours à des mouvements du sol. Dans la première période, le sol s'abaissant lentement et progressivement, les cours d'eau déposaient, sous forme de larges nappes coniques, très-surbaissées, les matières entraînées. Dans la seconde période, le sol se relevant peu à peu, ces mêmes eaux ont entamé leurs anciens dépôts, les ont successivement dénudés et s'y sont creusé de larges lits au fond desquels elles se sont parfois profondément encaissées.

Lorsqu'on arrive dans la Vénétie proprement dite, dont le sol glisse lentement dans le bassin de l'Adriatique, les profils des cours d'eau changent de forme. Le sol s'affaissant, on se trouve dans des conditions identiques avec celles qui existaient pendant la période d'abaissement général; aussi les fleuves, loin de creuser, forment de larges cônes surbaissés au sommet desquels se trouve leur lit. Telles sont la Brenta et la Piave. Le cône de cette dernière sur une largeur de 12 kilomètres a une hauteur, au centre, d'environ 20 mètres.

Le profil du Tagliamento est fort curieux ; c'est une horizontale presque parfaite sur la surface de laquelle le cours d'eau coule dans une largeur de près de 1 kilomètre. Ce profil ne peut s'expliquer que par un affaissement plus fort que sur les autres points, assez fort et assez récent pour n'avoir pas encore laissé le temps au cône de déjection de se former.

En continuant toujours vers l'est, dans la direction d'Udine, on s'éloigne du sol glissant, pour se rapprocher du sol solide, à charpente rocheuse ; aussitôt on voit les dénudations et les encaissements réapparaître et l'on retrouve les traces d'anciens cônes. C'est ce qu'on peut observer dans le profil du Cormor, petit cours d'eau qui précède Udine.

M. Dausse a fort bien remarqué qu'à mesure qu'on s'approche de la partie limoneuse de la vallée du Pô les cours d'eau de la rive lombarde sont de moins en moins profondément encaissés ; en d'autres termes, la ligne de pente actuelle est beaucoup moins forte, moins inclinée que la ligne de pente des terrasses ou ligne de pente ancienne. Cela est tout simple et se comprend parfaitement, par suite du glissement moderne du sol limoneux du Pô dans le bassin de l'Adriatique. Ce glissement qui occasionne de nos jours des dépôts dans les lits, par le fait abaisse d'autant les sommets des alluvions anciennes du côté de la plaine.

M. Dausse attribue le creusement des anciens cônes à l'intervention d'eaux plus claires. J'ai moi-même émis cette opinion en 1860 (*Carte des anciens glaciers du versant italien des Alpes*, p. 37). L'étude plus attentive des faits m'a forcé d'y renoncer. Il est incontestable que l'eau claire a plus d'action corrosive que l'eau déjà chargée de matières en suspension ou en charroi ; mais ce supplément de puissance ne peut être invoqué dans le cas présent. En effet, il suffit de jeter un simple coup d'œil sur les profils pour reconnaître que le phénomène d'érosion, dans les proportions de la puissance des cours d'eau, est le même à l'Adda, au Sério, au Chério et à l'Oglio. Pourtant l'Adda et l'Oglio sortent tous les deux de lacs qui clarifient leurs eaux, tandis que le Sério et le Chério, qui ne traversent pas de lacs, ont leurs eaux toujours troubles.

On ne peut faire intervenir les glaciers dans la formation des cônes. En effet, ils sont antérieurs à la plus grande extension des glaciers, puisque les moraines terminales et tous les produits glaciaires reposent sur les plus hautes terrasses, et ne se montrent jamais sur les terrasses inférieures. Du reste, ce qui montre bien que la formation des cônes de déjection est tout à fait indépendante

de l'action glaciaire, c'est que le Sériô , qui a le cône le mieux dessiné, n'est point du tout dans la région glaciaire. C'est tout au plus si les glaciers ont existé tout à fait dans les montagnes vers le sommet de son cours. Il en est à peu près de même du Chériô.

Donc, en résumé, l'étude exacte et minutieuse des cours d'eau de la Lombardie et de la Vénétie établit très-clairement qu'en Lombardie il y a eu autrefois un abaissement lent pendant lequel se sont déposées de puissantes alluvions; puis a succédé un exhaussement graduel du sol, ce qui a occasionné la dénudation partielle des précédentes alluvions, la formation de terrasses longitudinales sur les rives des cours d'eau et l'encaissement de ces cours d'eau au fond de lits étroits plus ou moins profonds. Sur les bords de l'Adriatique, même pendant la période d'exhaussement, il y a eu abaissement, mais cela par suite d'un phénomène tout local de glissement ou coulage d'éléments meubles dans le bassin de la mer; aussi les cours d'eau, au lieu d'excaver, ont continué à déposer et coulent encore sur le dos de cônes très-surbaissés.

M. Virlet fait observer à M. de Mortillet, que si les terrains d'alluvions fluviales composant le sol de Venise accusent par leurs débris des traces de végétations successives, aujourd'hui au-dessous du niveau de la mer, ces changements de niveaux lui paraissent devoir être bien plutôt l'effet de pressions que d'affaissements graduels du sol. Les dépôts, à mesure qu'ils s'accumulaient, devaient nécessairement exercer des pressions qui devaient être ici d'autant plus efficaces qu'elles s'exerçaient sur des matières meubles ou extrêmement molles, en sorte qu'elles ont dû se tasser d'une part et éprouver de l'autre une espèce d'écoulement latéral vers la mer Adriatique, semblable à l'écoulement qu'éprouvent toutes les couches plastiques ou meubles vers leurs affleurements, phénomène que les carriers expriment d'une manière très-expressive, bien qu'un peu triviale, par le mot *foirer*.

M. Melleville communique à la Société les nouvelles observations qui suivent, sur les gisements de Cœuvres et de Jouy :

Le dernier Bulletin de la Société que je viens de recevoir (tome XXI, feuilles 14 à 23) renferme différentes notes relatives à la géologie du département de l'Aisne, sur lesquelles je désire présenter quelques observations.

La première concerne le gisement ossifère de Cœuvres dont il a été plusieurs fois question dans cette enceinte.

Le village de Cœuvres est bâti dans le fond d'une vallée étroite, profonde et tortueuse, que dominent de toute part de vastes plateaux constitués par le calcaire grossier. Le dépôt ossifère, situé à quelques centaines de mètres en amont du village, occupe le pied d'une sorte de promontoire circonscrit par deux ruisseaux qui se réunissent en cet endroit, dans le fond de la vallée.

Comme l'a fort bien dit M. de Verneuil, ce dépôt n'a rien de commun avec les brèches osseuses. C'est un amas tumultueux, presque uniquement composé de fragments calcaires descendus de la lisière des plateaux voisins et provenant du calcaire grossier qui les couronne. Ces explications suffisent pour faire comprendre également que, bien que ces matériaux soient marneux de leur nature, ce dépôt n'est pas formé de marnes proprement dites. Je dois ajouter qu'on y remarque également, et particulièrement dans la partie inférieure, des lits interrompus de matières terreuses, de sable, de gravier, et quelques rares silex noirs plus ou moins roulés.

Les dépôts semblables sont extrêmement communs dans ce pays, où l'on pourrait en citer des centaines. Ils occupent tous les niveaux possibles, depuis la base des collines jusqu'à leur sommet, où ils se relient aux blocs parfois très-volumineux et à peine détachés, qui garnissent la lisière de presque toutes les collines constituées par le calcaire grossier. On remarque, d'ailleurs, que ces amas d'éboulis forment généralement des traînées allongées dans le sens de la déclivité de ces mêmes collines.

Les ossements paraissent occuper constamment la base du dépôt de Cœuvres, et l'on peut dire qu'ils y sont en quantité vraiment prodigieuse. Ainsi que l'a très-bien fait remarquer M. Watelet, les plus communs proviennent de grands animaux, tels qu'Éléphants, Chevaux, Bœufs, etc. Mais on en trouve également d'animaux de petite taille, et j'en possède de cette catégorie que le défaut de temps ne m'a pas encore permis de déterminer.

Le dépôt ossifère de Cœuvres n'est pas le seul de ce genre que l'on connaisse dans ce pays. Bien avant qu'il ne fût découvert, celui de Bourg, près de Vailly, dans la vallée de l'Aisne, était depuis longtemps célèbre par les débris fossiles qu'on y a déterrés.

Le dépôt de Bourg présente, d'ailleurs, la plus grande analogie avec celui de Cœuvres. Situé au point de jonction d'un ruisseau avec la rivière d'Aisne, et à 10 mètres environ au-dessus de cette rivière, il occupe, comme lui, le pied d'un escarpement, et,

comme lui encore, il est exclusivement formé de débris arrachés au calcaire grossier des plateaux voisins, mais il en diffère en ce point, qu'il repose directement sur des couches épaisses de cendres noires, dans lesquelles même il pénètre par places, ce qui a fait dire mal à propos par des personnes étrangères aux lois géologiques, que les débris d'Éléphants découverts dans cette localité avaient été recueillis dans les lignites et appartenaient à cette formation.

Quant aux silex façonnés de main d'homme qu'on dit avoir été trouvés au milieu des ossements dans le dépôt de Cœuvres, s'il n'en existe pas d'autres échantillons que ceux qu'on m'a montrés au musée de Soissons, il est permis, je crois, de conserver des doutes sur l'origine qui leur est attribuée, tout en reconnaissant, d'ailleurs, que ce fait n'a rien d'impossible en lui-même.

L'âge du dépôt de Cœuvres et des autres dépôts du même genre, ossifères ou non, et sur lequel mes savants collègues MM. de Verneuil et E. Lartet n'ont pas voulu se prononcer, ne me paraît pourtant pas bien difficile à préciser. Si l'on considère, en effet, que ces dépôts fragmentaires sont constamment associés à des graviers et à des cailloux semblables à ceux des dépôts caillouteux des vallées, qu'ils renferment comme eux des débris de grands animaux, et enfin qu'ils sont aussi recouverts par un limon rouge, on sera bien forcé de reconnaître qu'ils ont été formés en même temps et de la même manière qu'eux. Ce sont donc, pour moi, des éboulis provenant d'une dénudation violente, mais passagère, des collines voisines, due au même phénomène diluvien qui a entraîné et déposé les couches caillouteuses du fond des vallées avec lesquelles ils se confondent.

Ma seconde observation concerne la carrière de Jouy. Les nombreux ossements de Lophiodons qu'on y a découverts depuis deux ans ayant attiré l'attention des géologues, j'ai pensé que la Société me saurait gré de compléter, par quelques détails nouveaux et précis, les renseignements déjà fournis sur cette localité.

La carrière de Jouy est ouverte dans le calcaire grossier, au point même où la petite vallée de ce nom prend naissance; l'exploitation s'étend sur une longueur de plus de 200 mètres de l'E. à l'O. et sur une largeur moyenne de 60 mètres environ. Elle n'est pas ouverte sur le sommet même de la colline, mais sur le point où le plateau présente une dépression légèrement inclinée vers le sud.

Au nord de la carrière, le sommet de la colline est formé, à l'altitude de 204 mètres environ, par une sorte de mamelon circulaire peu élevé, mais assez étendu, entièrement constitué par des

cailloux de quartz de toutes nuances et parfaitement arrondis. Ces cailloux, qui ne dépassent pas la grosseur du poing, nagent dans un sable gris, fin et quartzeux, et montrent sur plusieurs points des dispositions à se réunir en poudingues. Je reviendrai ailleurs sur ces amas de cailloux roulés qu'on observe à plusieurs niveaux dans ces contrées, et qui se distinguent nettement des dépôts caillouteux du fond des vallées.

Ces cailloux reposent sur un banc de sable jaune, accompagné de quelques petits blocs de grès, qui présentent cette particularité d'être gris à la surface et blancs à l'intérieur. Ce sable et ces grès appartiennent à la formation des sables moyens, dont la présence, sur ces plateaux, a été signalée depuis longtemps par M. d'Archiac.

A son tour, ce sable repose sur le calcaire grossier; mais les premières assises de ce dernier ne sont pas visibles sur une épaisseur de 5 à 6 mètres, l'exploitation ne les ayant pas entamées. On voit ensuite les bancs suivants se succéder avec une grande régularité :

1. Plaques ou lit interrompu de silex gris et noirâtre, pétri de <i>Cerithium lapidum</i>	0 ^m ,40
2. Calcaire blanc, fragmentaire, se divisant en cubes irréguliers (chailou des ouvriers).	1 ^m ,40
3. Calcaire siliceux (banc gris des ouvriers), environ.	0 ^m ,50
4. Calcaire tendre, sableux (tuf des ouvriers), avec nombreuses empreintes de plantes marines.	0 ^m ,80
5. Calcaire dur, fournissant de magnifiques dalles, et renfermant un lit de <i>Lucina saxorum</i> (banc à canards des ouvriers).	1 ^m ,00
6. Calcaire tendre (tuf).	0 ^m ,40
7. Calcaire dur, exploité (banc à dalles des ouvriers). .	0 ^m ,40
8. Calcaire tendre (tuf), passant à une marne calcaire avec ossements de Lophiodons.	0 ^m ,70
9. Calcaire blanc, tendre, exploité (banc fin des ouvriers)	0 ^m ,70
10. Calcaire blanc, tendre, inexploité et recouvert, de 7 à	8 ^m ,00
11. Calcaire dur, à <i>Cerithium giganteum</i> , littéralement pétri de <i>Nummulites</i> (banc à liards des ouvriers), environ.	2 ^m ,00
12. Calcaire dur, plusieurs bancs indistincts et inexploités, environ.	3 ^m ,00
Sables inférieurs.	48 ^m ,70

Coupe de colline de Jouy.

Altitude, 204 mètres.

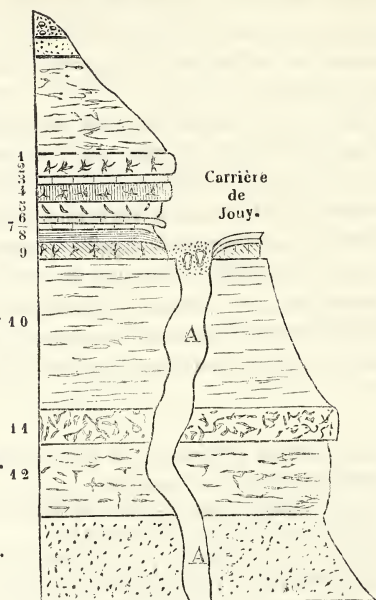
Sables moyens.

Calcaire grossier supérieur.

Calcaire grossier moyen. . 40

Calcaire grossier inférieur.

Sables inférieurs.



AA — Puits naturel.

A l'exception du n° 8, sur lequel je vais revenir, aucun de ces bancs ne présente de particularités qui ne soient déjà connues; toutefois, les huit premiers me paraissent appartenir à la partie supérieure du calcaire grossier moyen, plutôt qu'à l'étage supérieur de cette formation. C'est là, d'ailleurs, un détail sans grande importance.

Le banc ossifère n° 8 demande une étude spéciale. Dans la partie E. de la carrière, ce banc ne présente aucun caractère particulier. C'est un calcaire tendre, blanc jaunâtre, un vrai tuf, comme disent les ouvriers, et je n'ai pu y découvrir ni coquilles, ni ossements. Mais, à mesure qu'on s'avance vers l'O., il se charge de particules argileuses qui le transforment insensiblement en une véritable marne calcaire blanchâtre, passant par places à la couleur brune et même noire, par suite d'une addition de matières terreuses et charbonneuses. C'est dans cette partie seulement que l'on trouve des ossements de *Lophiodons*. J'y ai aussi recueilli

quelques coquilles : une *Corbule* à long bec et finement striée, un *Cérîte* de petite taille et quelques autres petites coquilles difficilement déterminables en raison de leur fragilité.

En même temps que s'opère cette transformation, on voit apparaître plusieurs cavités cylindriques, auxquelles M. Watelet a donné le nom de *ravins*, mais qui, pour moi, ne sont autre chose que des *puits naturels*, comme il en existe en si grand nombre dans tous les terrains sédimentaires, et en particulier dans le calcaire grossier parisien.

Ces puits, au nombre de sept à huit, et de forme circulaire, sont assez rapprochés les uns des autres, et paraissent rangés sur deux lignes à peu près parallèles, sans pourtant qu'il y ait aucune fracture dans le massif de la roche. A leur voisinage, les bancs du calcaire grossier, jusque-là très-régulièrement stratifiés et parfaitement horizontaux, paraissent tourmentés et s'inclinent fortement vers leur orifice, qui est bouché par un amas de sable jaune, entremêlé de blocs de grès, appartenant évidemment aux sables et grès moyens précédemment signalés sur le sommet du plateau.

Les ouvriers voulant se rendre compte de ces anomalies ont ouvert l'un de ces orifices, et ont ainsi mis au jour une profonde cavité, une sorte de puits cylindrique, qui tantôt s'élargissant, tantôt se rétrécissant, descendait dans les flancs de la colline jusqu'à une profondeur inconnue, en suivant une direction à peu près verticale, mais irrégulière et tortueuse.

Pour moi, je ne puis douter que le changement d'état du banc n° 8, comme le dérangement des autres assises du calcaire grossier, ne soient dus au voisinage de ces puits, qui ont certainement joué, dans la formation de ces terrains, un rôle important, mais trop méconnu.

Quel a été ce rôle? Ici le champ des conjectures est ouvert; toutefois, jusqu'à ce qu'une meilleure explication en soit donnée, je m'en tiendrai à celle que j'ai formulée depuis longtemps, à savoir : que ces cavités peuvent avoir été les conduits par lesquels les matières arénacées ont été ramenées de l'intérieur du sol pour se répandre à sa surface et former ces puissantes assises sableuses, argilenses, calcaires et autres, qui constituent nos continents; car, à mon sens, tous ces matériaux ont leur origine dans les profondeurs de la terre, d'où ils ont dû être ramenés par un moyen mécanique de ce genre. Ces cavités, auxquelles se rattachent, selon moi, les cavernes creusées en si grand nombre dans les terrains anciens, auraient donc été, en quelque sorte, les artères du globe, aujourd'hui taries, mais qui ont conservé quelques représentants

dans les sources calcaires, ferrugineuses et autres, qui, sur tant de points encore, ramènent de l'intérieur à la surface des matières sédimentaires abondantes et de nature variée.

Au surplus, quel qu'ait été le rôle de ces conduits, il a dû être important, je le répète, à en juger par leur nombre vraiment considérable, et, selon moi, la géologie pourrait trouver quelque profit à les étudier plus qu'elle ne l'a fait jusqu'ici.

A la suite de cette communication, MM. Delanoüe, Virlet, de Mortillet et Delesse donnent des détails sur les puits naturels et les orgues géologiques.

Nombreuses traces de marmites de géants dans le terrain éocène. — M. Virlet fait observer que l'étage tertiaire des sables moyens, sur lequel il a appelé l'attention de la Société dans la dernière séance, a fait voir sur un grand nombre de points, mais plus particulièrement dans le déblaiement de la partie comprise entre la rue de Laborde et le parc de Monceau, une multitude de petits dérangements de couches qui indiquent clairement que pendant leur formation l'ancienne plage que représente aujourd'hui ce terrain était soumise à des tourbillons d'eau qui l'ont perforée çà et là, jusqu'à des profondeurs inégales. Ces perforations, qui se sont succédé avec les couches, diffèrent par conséquent un peu d'âge; elles présentent généralement des formes de cônes renversés, analogues à celles des cavités connues sous le nom de *marmites de géants*. Remplies par l'éboulement partiel des assises traversées, ces cavités ont ensuite été nivelées par le dépôt des couches postérieures à leur formation, en sorte qu'en examinant la position de celles-ci il est facile d'établir l'âge relatif de chacun de ces accidents.

Phénomènes des tinajas et des tinajillas, au Mexique. — M. Virlet fait observer que les cavités et sillons qu'on vient de signaler à la surface de certaines roches sont le résultat des érosions pluviales. Les pluies, les pluies torrentielles surtout, agissent sur les parties les moins résistantes de ces roches, parfois des fossiles, les creusent et y déterminent à la longue ces cavités. A ce sujet, il signale ce fait comme très-fréquent au Mexique, où les *aguaceros* ou averses tropicales des mois de septembre, octobre et novembre, souvent

accompagnées de grosse grêle, exercent quelquefois par leur violence d'assez notables changements à la surface du sol. C'est à ces météores que M. Virlet attribue, entre autres modifications, le phénomène des *tinajas* et des *tinajillas* très-commun dans cette région. Le mot *tinaja* et son diminutif *tinajilla* servent à y désigner des espèces de réservoirs ou tinettes creusées dans les calcaires et où l'on trouve souvent de l'eau (1) parfois si rare dans les hautes régions de cette partie du nouveau continent. Aussi ces mots y ont-ils servi à caractériser une foule de localités, comme *l'hacienda de la Tinaja*, *le rancho de la Tinajilla*, *le cerro, la majonera de la Tinaja* ou de la *Tinajilla*, etc., pour désigner les fermes ou propriétés, les villages, les collines, ou limites, etc., où l'on rencontre de ces réservoirs. Les *tinajas* sont donc des espèces de petits bassins de dimensions et de formes variées, creusés à la surface des calcaires et présentant des espèces de bourrelets ou rebords qui s'expliquent par l'action corrodante plus prolongée dans le fond que vers la surface. L'action corrosive, on peut dire, des eaux pluviales, est d'autant plus énergique que, produites par les évaporations de la surface, elles sont privées de sels et tendent par conséquent à s'emparer de ceux qui sont solubles.

Les Marquois ou puits naturels; par M. J. Delanoüe.

Les puits naturels ont été signalés par divers auteurs (2), mais on ne leur a pas encore accordé toute l'attention qu'ils méritent. Leur identité de forme et de disposition et surtout leur quantité

(1) Je fus bien surpris un jour, dit M. Virlet, par un de mes Indiens qui, pendant une journée très-chaude, vint me prévenir qu'il allait chercher de l'eau dans une *tinaja* qui devait exister dans une colline boisée que nous avions devant nous. « Tu connais donc le pays, lui dis-je ? — Non, *señor*, me répondit-il, je n'y suis jamais venu ! » Il éperonna en effet son cheval et ne tarda pas à rapporter sa gourde pleine d'eau. Il avait sans doute reconnu, ce que nous n'aurions pu faire nous autres Européens civilisés, soit à la couleur des feuilles d'arbres, soit au vol de certains oiseaux, peut-être même à celui de quelques insectes, qu'il devait y avoir là de l'eau, et il ne s'était pas trompé !...

(2) *On the tubulus cavities filled with gravel, sand called sand-pipes in the chalk near Norwich*, par M. Lyell (*The London and*

innombrable dans tous les terrains de sédiment semblent révéler un phénomène unique et général dont la cause nous est encore inconnue.

Ces puits ont été appelés *orgues géologiques* ou *tuyaux d'orgue*, parce qu'on les a vus quelquefois rapprochés et juxtaposés parallèlement, dans certaines coupes verticales; mais, cette position étant exceptionnelle, je préfère leur laisser le nom de *Marquois*, qui leur a été donné dans le nord de la France.

Les *Marquois* sont des cavités irrégulières et de diamètre variable; ils sont à peu près cylindriques et traversent à peu près verticalement tous les terrains tertiaires et crétacés de l'Artois et des Flandres. Ces derniers caractères suffisent pour les faire distinguer sûrement des érosions superficielles des roches calcaires, qui ont toujours la forme d'entonnoirs plus ou moins évasés.

La présence des *Marquois* est souvent révélée à la surface du sol par des dépressions qui s'approfondissent de plus en plus par le tassement des matières meubles dont elles sont incomplètement remplies. Il en est même résulté quelquefois la ruine des murs et bâtiments adjacents.

Je signalerai dans le nord de la France, comme une des localités les plus intéressantes pour cette étude, le plateau de Beaumetz-lez-Aires (Pas-de-Calais), qui est à 185 mètres au-dessus de la mer et qui est véritablement criblé de *Marquois*. J'avais commencé à en faire le relevé sur une carte, mais leur multiplicité m'a forcé d'y renoncer. Le plateau est couronné, principalement à l'ouest, par des lambeaux de la véritable *argile à silex*. Les silex y sont à vive arête, l'argile est rouge et très-grasse. Ces caractères, joints à l'altitude, ne permettent point de la confondre avec les dépôts diluviens (1).

Si ces amas irréguliers de sables, de silex, d'argile, de grès et de galets, que l'on désigne sous le nom générique d'*argile à silex*, sont dus, comme je le présume, à un phénomène *hydrothermal*, il ne serait peut-être pas impossible de trouver quelque corréla-

Edinburgh philosophical magazine and Journ. of science, 3^e sér., oct. 1839).

On the origin of the sand-and gravel-pipes in the chalk of the London tertiary district, by J. Prestwich (*Quarterly Journal geological Soc. of London*, février 1855, vol. XI, p. 64).

(1) L'*argile à silex* apparaît çà et là dans tout le nord de la France. Elle a été exploitée pour le ballast sur une foule de points des hauts plateaux de la Picardie (à l'est d'Amiens, etc.).

tion entre ces deux ordres de faits, en apparence si différents : l'argile à silex crétacés et les puits naturels de la craie.

Je me garderai bien de hasarder ici une théorie sur la formation de ces étranges cavités ; j'indiquerai seulement leur analogie avec une opération de nos laboratoires. La dessiccation à feu nu de certains précipités, très-ténus, légers et non adhérents aux capsules, fait éclore dans la masse pâteuse de nombreuses petites cheminées d'où la vapeur d'eau s'échappe régulièrement, sans déterminer la projection des matières. Si la capsule est fêlée, ces petits soupiraux s'établissent alors le long des fentes, et rappellent cet alignement des *Marquois* dont M. Melleville nous a parlé.

Séance du 30 janvier 1865.

PRÉSIDENTE DE M. GRUNER.

M. P. Marès, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. A. d'Archiac, *Leçons sur la faune quaternaire professées au Muséum d'histoire naturelle*, in-8, 292 p., Paris, 1865 ; chez Germer Bailliére.

De la part de MM. E. Royer et J. Barotte, *Carte géologique du département de la Haute-Marne (1859-1863)*, 6 f., Paris, 1864 ; imprimerie impériale.

De la part de M. G. C. Laube, *Die Fauna der Schichten von S. Cassian. — Ein Breitag zur Paläontologie der alpinen Trias*, in-8, 8 p., Wien, 1864.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, in-4, 1865, 1^{er} sem., t. LX, nos 3 et 4.

Bulletin de la Société de géographie, in-8, novembre 1864.

Bulletin de la Société botanique de France, in-8, t. XI, 1864. — *Comptes rendus des séances*, n° 2.

L'Institut, in-4, nos 1620 et 1621 ; 1865.

Société d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc., in-8, novembre 1864.

The Athenæum, in-4, n^{os} 1943 et 1944 ; 1865.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, in-8, novembre 1864.

Revista minera, in-8, janvier 1865.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de G. Leonhard et H. B. Geinitz, in-8, 1864, 7^e cahier.

The american Journal of science and arts, by Silliman, in-8, janvier 1865.

M. Hébert présente, de la part de MM. Royer et Barotte, la carte géologique de la Haute-Marne, en 6 feuilles, à l'échelle de 1/80 000^e (voy. la liste des dons).

M. d'Archiac fait hommage à la Société d'un volume contenant les leçons qu'il a faites l'année dernière au Muséum, sur la faune quaternaire (voy. la liste des dons).

Le Secrétaire donne lecture du travail suivant de M. Ébray :

Note sur l'Hemiaster Verneuili en réponse aux observations de M. Hébert ; par M. Ébray.

Je vois avec plaisir M. Hébert admettre, contrairement aux assertions de M. Coquand, que la craie chloritée, et spécialement la craie de Rouen, existe dans les deux Charentes.

Cette vérité, dont nous avons toujours été pénétrés, Alc. d'Orbigny et moi, résulte non-seulement de la présence de quelques fossiles caractéristiques, mais encore d'un ensemble de faits stratigraphiques dont j'aurai probablement à entretenir la Société dans un autre mémoire.

Quoique la méthode précieuse de déterminer l'âge des couches par les fossiles soit parfaitement rationnelle quand elle s'applique à de petites distances, il convient cependant de l'employer avec réserve quand il s'agit de grandes distances, non encore raccordées stratigraphiquement, car alors on peut se demander, en présence des nombreux exemples de migration et de propagation suivant la verticale, si dans le cas d'assimilations plus ou moins lointaines tel fossile caractérise telle couche, ou bien si sa présence est seulement le résultat de la propagation des espèces.

C'est afin d'éviter ces écueils que j'ai commencé mes études stratigraphiques sur la craie moyenne qui me conduiront probablement à des constatations intéressantes, parmi lesquelles je

signale la présence de la craie de Rouen dans les deux Charentes.

Cependant je dois annoncer dès aujourd'hui que tout ce que j'ai vu en poursuivant mes études au delà du département de l'Indre (1) me porte à croire que la craie chloritée et la craie de Rouen existent dans tout le bassin apparent dit anglo-parisien, quoiqu'il me soit impossible d'exhiber, comme le demande M. Triger, la moindre trace de *Turrilites costatus* ou de *Scaphites æqualis* provenant des dépôts litigieux.

Mon travail sur la stratigraphie de la craie entre la Loire et le Cher pent, d'ailleurs, déjà faire pressentir la constatation de ce fait, puisque l'on voit à Vierzon la craie chloritée avec *Ammonites Mantelli* et *A. varians* disparaître en se ramifiant en une série de biseaux au milieu du puissant massif des sables cénomaniens dont la partie inférieure s'est évidemment déposée en même temps que la craie chloritée. Celle-ci abandonne peu à peu avec l'ensablement ses fossiles caractéristiques, spéciaux aux dépôts marno-calcaires, en nous prouvant de cette façon que nous ne pouvons pas raisonnablement exiger que deux mers qui ont donné naissance à deux massifs synchroniques de composition différente nourrissent des êtres identiques.

J'arrive aux questions que j'ai posées à notre honorable confrère sur :

- 1° La position de l'*Hemiaster Verneuli* au Port-des-Barques ;
- 2° Le point où, en Touraine ou ailleurs, ce fossile a été rencontré dans les calcaires à *Inoceramus problematicus*.

M. Hébert me répond en donnant la coupe de M. d'Archiac, vérifiée par lui, et l'on sait que ce dernier géologue ne mentionne pas l'*Hemiaster Verneuli* au Port-des-Barques.

D'un autre côté, M. Hébert dit que je lui ai remis, il y a quelques années, un certain nombre d'*Hemiaster* provenant de cette localité et qui ont été rapportés par M. Cotteau à l'espèce *Verneuli*.

En quittant Paris, j'ai, en effet, envoyé à la Sorbonne un tombeau de fossiles dans lequel il y avait des *Hemiaster* du Port-des-Barques (*Hemiaster Fourneli* et *Hemiaster bufo*) et des *Hemiaster Verneuli* provenant de la Touraine ; il pourrait se faire que ces *Hemiaster* se fussent mélangés en induisant de la sorte le savant professeur en erreur.

Alc. d'Orbigny a très-bien décrit et figuré l'*Hemiaster Verneuli*

(1) *Stratigraphie de la craie moyenne de la vallée de l'Indre*, par Th. Ébray (*Bull. de la Soc. géol.*, t. XIX).

qui, avant la découverte du gisement que j'ai faite en Touraine, était extrêmement rare dans les collections, et il est impossible d'admettre que le célèbre paléontologiste l'ait confondu avec l'*Hemiaster Fourneli* et surtout avec l'*Hemiaster bufo*.

J'engage donc M. Hébert à recueillir lui-même des *Hemiaster* au Port-des-Barques, s'il ne l'a pas déjà fait, et à comparer ces *Hemiaster* aux *Hemiaster* typiques de la Touraine dont il trouvera de bonnes figures dans la *Paléontologie française*, et il verra que ces *Hemiaster* ne peuvent pas être assimilés à l'*Hemiaster Verneuili*.

Quant à l'*Hemiaster* que l'on rencontre en abondance entre Saint-Maur et Châtellerault, je trouve que les renseignements fournis par M. Hébert sont loin, comme il le dit, de lever toute espèce de doutes, puisqu'il annonce qu'il n'a pas rencontré l'*Hemiaster Verneuili* dans cette région.

Je crois donc que je ne puis mieux faire pour permettre à notre honorable confrère de faire une ample collection que de donner une coupe sommaire de la craie moyenne de ces localités.

La couche qui contient l'*Hemiaster Verneuili* est située entre les puissants dépôts à *Inoceramus problematicus* et le tuffeau exploité, contenant de grandes Ammonites, des Plenrotomaires, etc., etc.

1. Bancs de Clion, grès de Saint-Maur avec *Gryphaea columba* de fort grande dimension.
2. Tuffeau exploité, avec *Ammonites Vielbanci*, *A. peramplus*.
3. Craie grumeleuse, peu puissante, avec nombreux *Hemiaster Verneuili*.
4. Niveau principal de l'*Inoceramus problematicus*, calcaire marneux très-puissant.
5. Bancs à Ostracées.
6. Sables peu fossilifères.
7. Marnes et argiles à *Ammonites Mantelli* et à *A. varians*.

Je fais, en outre, remarquer qu'il existe en Touraine trois niveaux importants d'*Ostrea columba*.

1. Le gisement supérieur situé immédiatement au-dessous des spongiaires, base de la craie blanche à *Spondylus truncatus*. Les Gryphées y sont très-belles et très-grandes.
2. Le gisement situé au-dessous des marnes à *Inoceramus problematicus*. Ce gisement constitue les bancs à Ostracées de M. d'Archiac.
3. Le gisement inférieur où cette Gryphée reste toujours assez petite.

Ces trois bancs d'Huîtres se sont mus lentement dans le temps où ils ont été commandés par les oscillations du sol; ils ne sont pas partout synchroniques et l'on a eu le tort, dans toutes les études faites jusqu'à ce jour, de ne pas tenir compte de ces données essentielles.

M. Hébert répond aux observations de M. Ébray en présentant le travail suivant :

Étude critique sur un groupe d'Hémiasters comprenant :
Hemiaster Verneuli, Desor, H. Leymerii, Desor, H. similis, d'Orb., H. Fourneli, Desh., H. Orbignyanus, Desor;
 par M. Hébert.

J'ai donné, au mois de mai dernier (1), une note sur la craie inférieure des environs de Rochefort où j'ai précisé la position stratigraphique de l'*Hemiaster Verneuli*, Desor, dans la coupe de Port-des-Barques. Les observations de M. Ébray me montrent qu'il est nécessaire de revenir sur ce sujet, afin de rectifier un certain nombre d'erreurs, dont la plupart sont, il est vrai, de son fait, mais dont quelques-unes cependant lui sont étrangères.

Je dois d'abord corriger quelques fautes typographiques qui se sont glissées dans ma note du 2 mai.

Page 286, ligne 32, au lieu de *argiles Ostracées*, il faut lire *argiles à ostracées*;

Ligne 36, au lieu de *on la voit*, lisez *on les voit*;

Page 287, ligne 22, au lieu de *peuvent*, lisez *ne peuvent*;

Page 288, ligne 28, au lieu de *supérieures*, lisez *inférieures*.

Avant d'aborder la question scientifique, qu'il me soit permis de regretter la manière dont M. Ébray a rédigé une partie de ses observations. C'est ainsi qu'il prétend que je n'ai fait que reproduire et vérifier la coupe de *Port-des-Barques*, donnée par M. d'Archiac. M. Ébray ne s'est probablement pas donné la peine de comparer ma description à celle de notre savant confrère, autrement il y aurait aperçu d'autres différences qu'il est inutile de signaler puisque chacun peut le faire.

Laissant de côté le paragraphe 6, page 286, où je cite les principaux fossiles que j'ai recueillis moi-même dans le banc à *Hemiaster* que j'ai désigné sous le nom d'*H. Verneuli*, M. Ébray pense que

(1) *Bull.*, t. XXI, p. 285.

Soc. géol., 2^e série, tome XXII.

si j'ai cité ce fossile, cela doit être uniquement parce que les *Hemiaster Verneuli* qu'il avait donnés à la Sorbonne et qui provenaient, dit-il maintenant, de la Touraine, ont été supposés par moi provenir de *Port-des-Barques*, et il veut bien m'engager à retourner en ce lieu pour y faire une nouvelle récolte. Ce mode d'interprétation à l'égard des opinions d'autrui rendrait les discussions interminables ; je me contente de le signaler.

En fait, je déclare de nouveau avoir recueilli l'*H. Verneuli* à Port-des-Barques dans les couches supérieures aux bancs à *Ostrea biauriculata*, avec l'*Hemiaster Leymerii* et sans aucun échantillon d'*H. bufo*. Cette affirmation se trouve très-explicitement dans ma note, et il me paraît singulier que M. Ébray en tienne aussi peu de compte.

Les échantillons que j'ai rapportés à l'*H. Verneuli* sont tout à fait conformes au type figuré et décrit par d'Orbigny et qui vient de Châtellerault, conformes au type de M. Desor (T. 54) qui vient de Sainte-Maure, et dont j'ai pu examiner le moule à l'École des Mines.

Bien plus, la collection d'Orbigny, que j'ai pu visiter à loisir, grâce à l'obligeance de M. d'Archiac, contient plusieurs exemplaires de cette espèce, recueillis par d'Orbigny lui-même à Port-des-Barques. Quelques-uns sont, il est vrai, en mauvais état ; mais un échantillon bien conservé porte à l'encre *Ile Madame* ; et, en outre, sous le n° 6339 du catalogue, et sous le nom d'*Epiaster distinctus* de Port-des-Barques, on trouve dans la même boîte cinq oursins, dont deux sont de bons échantillons de l'*Hemiaster Verneuli*, bien caractérisés, avec leur fasciole péripétale, et sur lesquels personne n'hésitera, pas plus que M. Cotteau n'avait hésité sur les miens.

Il n'y a donc, quoi qu'en dise M. Ébray, aucun doute possible sur ce point.

J'ai cité en outre à Port-des-Barques l'*H. Leymerii*. Le type figuré par d'Orbigny (pl. 875) est aussi de Châtellerault ; c'est l'exemplaire qui a servi également de type (T. 43) à M. Desor, comme je l'ai vérifié à l'École des Mines. Cette espèce est rare dans les collections de Paris ; la collection d'Orbigny, outre le type de Châtellerault, ne contient qu'un seul autre exemplaire étiqueté du même nom : c'est celui qui se trouve cité dans la *Paléontologie française* (t. VI, p. 233) comme provenant de Saint-Christophe (Indre-et-Loire). Or, il est facile de s'assurer que cet échantillon appartient à une espèce toute différente.

D'autre part, les nombreux échantillons de cette localité que

renferme la collection d'Orbigny sous le nom d'*Hemiaster similis*, d'Orb., sont, à mon avis, de vrais *H. Leymerii*.

D'Orbigny dit que les deux espèces sont très-voisines, mais que la dernière se distingue « par moins de hauteur, par sa région antérieure plus haute, par sa plus grande épaisseur en avant du sommet au lieu de l'avoir en arrière » ; mais en examinant attentivement le type de l'*H. Leymerii*, on reconnaît que le test a été comprimé et brisé, et que la déformation qui en résulte explique les différences signalées.

Ces différences n'existent plus dans les exemplaires que l'on rencontre dans le même horizon à Briollay près d'Angers.

D'Orbigny (*Pal. fr.*, t. VI, p. 229) cite encore à Port-des-Barques l'*Hemiaster bufo*. Les échantillons qu'il a rapportés à cette espèce sont au nombre de six; ils sont contenus dans une boîte portant le n° 6642 b. En les examinant de près, on reconnaît que, par rapport au type de l'espèce dont l'horizon est de la craie à *Ammonites varians* ou craie de Rouen, le sommet est plus central, la partie postérieure moins proéminente, la bouche plus voisine du bord. On peut donc douter que l'*H. bufo* existe à Port-des-Barques, et il est à remarquer que M. Desor dans son *Synopsis* n'a point cité l'*Hemiaster bufo* à Port-des-Barques, mais seulement l'*H. similis*. Cette espèce, c'est-à-dire d'après moi, l'*H. Leymerii*, étant de beaucoup la plus nombreuse, il est très-probable que c'est à elle que M. Ébray a appliqué le nom d'*H. bufo*. Si cette supposition est erronée, M. Ébray peut la détruire aisément en communiquant ses échantillons.

M. Ébray avait déclaré (*Bull.*, t. XXI, p. 284) que tous les *Hemias-ter* de Port-des-Barques, que nous venons de voir se répartir entre trois espèces distinctes, *H. Verneuli* commune, *H. Leymerii* très-commune (1), une troisième espèce, voisine de l'*H. bufo*, rare, avaient été rapportés par d'Orbigny et par lui à l'*H. bufo*; il ajoute aujourd'hui : et à l'*H. Fourneli*, et il dit qu'il est impossible d'admettre que le célèbre paléontologiste ait confondu l'*H. Verneuli* avec l'*H. Fourneli*. Notre confrère rédige avec de singulières préoccupations, et sans se donner la peine de vérifier ses affirmations, autrement il aurait reconnu, dans la *Paléontologie française*, que d'Orbigny avait recueilli à Port-des-Barques cinquante exemplaires d'*H. similis*, et aucun *H. Fourneli*, et que cette espèce

(1) Je l'avais d'abord mentionnée comme plus rare, mais en nettoyant mes doubles, et d'après la collection d'Orbigny, j'ai reconnu que c'était la plus abondante.

n'est citée à Port-des-Barques ni dans la *Paléontologie française*, ni dans le *Prodrome*. D'Orbigny la considère (*Pal. fr.*, p. 235) comme spéciale à son *turonien*, M. Ébray la place dans le *cénomanién*, et l'associe à l'*Hemiaster bufo*.

En vérité, on ne peut qu'être fort étonné quand on voit M. Ébray venir s'abriter derrière l'autorité du maître, en lui faisant dire aussi hardiment le contraire de ce qui est si nettement exprimé dans ses ouvrages.

Si d'Orbigny n'a point cité l'*H. Fourneli* à Port-des-Barques, M. Ébray, du moins, est-il fondé à l'y mentionner? Pour cela, il importe de savoir au juste ce que c'est que l'*H. Fourneli*. Le type de cette espèce provient de Batna (Algérie) (1); il a été nommé par M. Deshayes, décrit et figuré par M. Bayle dans la *Richesse minérale de l'Algérie* (p. 374, pl. 18, fig. 37-39, 1849). Ce même type a été reproduit par M. Desor (*Synopsis*, p. 383, pl. 42, fig. 5). Jusqu'ici on ne l'a trouvé qu'en Afrique, et nulle part en France.

D'Orbigny sépare de l'espèce, telle que MM. Agassiz et Desor l'avaient considérée dans le *Cat. rais.*, p. 123 : 1° un exemplaire de la *Collection du Muséum* qui provient du mont Garèbe près de Suez (Égypte), et auquel il donne le nom de *Periaster oblongus*; 2° trois exemplaires recueillis dans les bancs à *Ostrea columba*, par M. d'Archiac, deux à Gourdon (Lot), et un à Soubise (Charente-Inférieure), gisements que d'Orbigny classe dans son *cénomanién* (2); il appelle ceux-ci *Periaster conicus*.

Les descriptions et les figures de la *Paléontologie française* semblent justifier cette séparation, mais nous n'avons point consulté ces types qui sont étrangers à notre discussion. D'Orbigny a laissé dans l'espèce, *Hemiaster Fourneli*, les échantillons de Biskra (Batna) et d'Alcantara décrits par M. Bayle, mais il y a réuni des échantillons de plusieurs localités de France qui ne s'y rapportent pas, comme l'a très-justement fait remarquer M. Desor. Seulement d'Orbigny avait laissé le type de Biskra dans le genre *Hemiaster*, et c'est sans doute par distraction que M. Desor (*Synopsis*, p. 383) a cru qu'il l'avait transporté dans le genre *Periaster*. Sur les exemplaires que nous possédons à la

(1) Et non pas de Biskra, où le petit affleurement du terrain crétacé qui s'y montre ne la renferme pas, d'après M. Marès.

(2) Celui de Soubise appartient au *turonien* de d'Orbigny, et au banc à *Ostrea columba*, var. *major*, supérieur à la craie à *Ammonites Fleuriusianus* du Martron (n° 3, p. 285, t. XXI du *Bulletin*, 2° série).

Sorbonne, comme sur ceux de l'École des Mines, il m'a été impossible d'apercevoir le fasciole latéral qui caractérise le genre *Periaster*.

Il faut donc laisser subsister le *Periaster oblongus*, d'Orb., rétablir l'*Hemiaster Fourneli*, Desh., Bayle, auquel se rapportent les types, T. 7; T. 37; T. 47, et le *Periaster Fourneli*, Desor (*Synopsis*, p. 383, pl. 42, fig. 5), mais détacher de l'*Hemiaster Fourneli*, d'Orb., les exemplaires du midi de la France, dont le type (*Pal. fr.*, p. 234, pl. 877) provient de Thaims (Charente-Inférieure). C'est à ce type que M. Desor a donné le nom d'*Hemiaster Orbignyanus*. Je n'ai point visité ce gisement, mais les observations de M. d'Archiac (*Hist. des progrès de la géol.*, t. IV, p. 433 et 441, pl. 11, fig. 4) montrent qu'il appartient aux calcaires à Ichthyosarcolites, inférieurs aux marnes à *Ostrea biauriculata*.

M. Cotteau a déterminé comme *Hemiaster Orbignyanus*, et j'ai vérifié l'exactitude de cette détermination, une série d'échantillons que j'ai recueillis aux Martigues, où d'Orbigny cite également cette espèce, et où elle est commune, dans une position stratigraphique tout à fait semblable; c'est à la Gueule-d'Enfer, au-dessous des calcaires à *Caprina adversa* et en compagnie de l'*Heterodiadema lybicum* et du *Pseudodiadema marticense*, Cotteau. C'est cette espèce que M. Reynès, dans son travail sur les terrains crétacés du sud-est de la France, 1861, p. 34, a cité comme *Hemiaster* assez voisin de l'*H. bufo*.

Or, parmi tous les échantillons de Port-des-Barques recueillis par d'Orbigny ou par moi, il n'en est aucun qu'on puisse rapporter à cette espèce; ceux que M. Ébray baptise *H. Fourneli* d'Orb. (non Desh.), c'est-à-dire *H. Orbignyanus*, Desor, ne seraient-ils pas de véritables *H. Verneuili*?

Ainsi donc en résumé :

1° Je ne crois pas qu'il y ait à Port-des-Barques un véritable *H. bufo* (1); mais quand même cette espèce y existerait, elle y

(1) Le temps ne m'a pas permis de voir si les échantillons que d'Orbigny a rapportés à cette espèce n'appartiennent pas à l'*H. nasutulus*, Sorignet. Je dois ajouter qu'il existe encore dans la collection d'Orbigny sous le n° 6339, portant l'étiquette *Epiaster distinctus*, Port-des-Barques, deux échantillons, dont la gangue, formée d'un grès jaune identique avec celui de l'île d'Aix et qui ne se rencontre pas à Port-des-Barques même, atteste une erreur dans l'indication du gisement.

Il m'a paru en être de même pour le *Periaster undulatus* cité à

serait très-rare, et ce n'est point sur elle que porterait la discussion ;

2° L'*Hemiaster similis*, d'Orb., qui n'est autre que l'*H. Leymerii*, Desor, dont M. Ébray ne paraît pas soupçonner l'existence, bien que d'Orbigny dise en avoir recueilli cinquante exemplaires à Port-des-Barques, a pu être confondu avec l'*H. bufæ*.

3° L'*Hemiaster Fourneli* n'existe pas à Port-des-Barques, quel que soit le type que l'on admette ; d'Orbigny ne l'y cite pas, et les assertions de M. Ébray au sujet de cette espèce sont de tous points inexactes.

Port-des-Barques. Environ 30 exemplaires rapportés à cette espèce m'ont paru se diviser en deux parts. Les uns seraient des *Hemiaster Verneuli*, ayant la gangue de Port-des-Barques ; les autres seraient de vrais *Periaster undulatus*, mais leur gangue diffère de la roche de Port-des-Barques. C'est un grès analogue à celui des *Epiaster* que nous venons de citer. Ce grès affleure à 4 kilomètre au sud de Port-des-Barques, au hameau de Piédemont. Les couches se relevant au sud-ouest, il est de beaucoup inférieur aux calcaires marneux à *Hemiaster Verneuli* de la falaise de Port-des-Barques, dont il est séparé par des calcaires à Ichthyosarcolites et des marnes à *Ostrea binauriculata* qui affleurent à la ferme de la Pichonnerie.

Dans ces grès j'ai recueilli :

Catopygus columbarius, r.
— *carinatus*, c.
Anorthopygus orbicularis, a. c.
Codiopsis doma, a. c.
Holaster suborbicularis, r.

Peltastes acanthoides, r.
Cidaris vesiculosa, r.
Nucleolites.
Panopæa striata, d'Orb.
Orbitolites concava, c.

On voit que c'est l'assise n° 40 de ma note du 2 mai, assise dans laquelle j'ai recueilli, à Bel-Air, près de Rochefort, *Caprotina quadripartita*, d'Orb. Si les fossiles de cette couche, qui n'est qu'à dix minutes du gisement de l'*Hemiaster Verneuli*, n'ont point été mis à part, cela explique les mélanges qu'on observe dans la collection d'Orbigny.

Toutefois je ne prétends point établir, par les rectifications que renferme cette note, qu'il n'y a aucune espèce commune entre les couches de Port-des-Barques, supérieures aux couches à Ostracées et à Ichthyosarcolites, et la craie de Rouen. J'ai le premier signalé, à Port-des-Barques dans la zone à *Hemiaster Verneuli* le *Pseudodiadema variolare* si abondant dans la craie chloritée et que j'ai rencontré aussi dans la craie à *Inoceramus labiatus*. J'ajouterai que dans la même zone, à Port-des-Barques, j'ai aussi recueilli un jeune *Epiaster* que je ne puis distinguer de l'*E. crassissimus*, lequel se trouve aussi à Briollay avec l'*Hemiaster Leymerii* ; mais je n'ai pas visité moi-même ce dernier gisement.

4° L'*Hemiaster Verneuili*, Desor, y est, au contraire, assez commun; d'Orbigny et moi en avons recueilli un certain nombre d'exemplaires. Il y est à son niveau, à la base de la craie marneuse, au-dessous des couches à *Ammonites Fleuriausianus*, d'Orb., et *A. Rochebruni*, Coquand, et au-dessus des dernières assises de la craie inférieure ou glauconieuse, les bancs à *Ichthyosarcolithes* et à *Ostrea bicuriculata*. Cette espèce y est accompagnée, comme à Châtellerault et à la Bedoule, de l'*H. Leymerii*.

Dans ce dernier gisement de la Bedoule, près de Cassis, où l'on peut ramasser des *Hemiaster Verneuili* par milliers, les bancs qui renferment cet échinide, épais de plus de 100 mètres, contiennent, en même temps, l'*Ammonites Rochebruni*, Coq., et l'*A. Fleuriausianus*, d'Orb.

L'*Hemiaster Verneuili* et l'*A. Rochebruni*, d'après des échantillons qui m'ont été donnés par notre confrère M. Arnaud, se trouvent aussi ensemble à Angoulême, à la base de l'assise à laquelle M. Coquand a donné le nom d'étage angoumien (1).

Voici donc comment, à mon avis, il convient de rectifier la partie du *Synopsis* de M. Desor qui se rapporte aux espèces mentionnées dans cette note :

HEMIASTER LEYMERII, Desor (T. 43), d'Orb., *Pal. fr.*, t. IV, p. 232, pl. 875; *H. similis*, d'Orb., p. 229, pl. 874.

Craie marneuse à *Inoceramus labiatus*.

Châtellerault (T. 43); Briollay (Maine-et-Loire); Thaims, Pons, Port-des-Barques (Charente-Inférieure); la Bedoule (Bouches-du-Rhône); Fumel (Lot-et-Garonne) (2).

HEMIASTER VERNEUILI, Desor, d'Orb., *Pal. fr.*, p. 235 et 878.

Craie à *Inoceramus labiatus*.

Saint-Maure, type, T. 44; Thaims, Châtellerault, Angoulême, Port-des-Barques, la Bedoule, le Beausset, coll. Sorb.

HEMIASTER FOURNELI, Desh., Bayle. *Richesse minér. de l'Algérie*, p. 374, pl. 48, fig. 37-39 (non d'Orb.); *Periaster Fourneli*, Desor (*Synopsis*, p. 383, pars, pl. 42, fig. 5).

Craie à *Ammonites papalis*.

(1) M. Coquand a eu tort d'associer les marnes à *Terebratella carantonensis* aux calcaires à *Ichthyosarcolithes*; cette assise est la base de la zone à *Inoceramus labiatus*; elle renferme les principaux fossiles de la partie inférieure de l'étage angoumien de M. Coquand; elle dépend de la craie moyenne, tandis que les calcaires à *Ichthyosarcolithes* et les marnes à Ostracées appartiennent à la craie inférieure.

(2) Je ne cite que les gisements qui me paraissent certains.

Tébessa, Batna, Mezâb el Messaï (Algérie), et non Biskra.

HEMIASTER ORBIGNYANUS, Desor; *H. Fourneli*, d'Orb. *Pal. fr.*, p. 234, pl. 877.

Craie à *Caprina adversa*.

Thaïms (Charente-Inférieure), coll. d'Arch.; les Martigues (Bouches-du-Rhône), coll. d'Orb.; le Beausset, coll. d'Orb. (n° 6690, a) (1).

PERIASTER OBLONGUS, d'Orb., *Pal. fr.*, p. 275, pl. 900.

Mont-Garêbe, près de Suez (Mus. Paris.).

Je n'ai rien à dire de la nouvelle coupe que M. Ébray nous donne de la craie de Châtellerault, si ce n'est qu'elle ne s'accorde guère avec celle qu'il a publiée en 1856 (*Bull.*, t. XIII, p. 55). Dans celle-ci, la couche à *Hemiaster Verneuili* recouvrait les assises à *Ammonites peramplus* et *Vielbanci*; maintenant c'est le contraire qu'il nous enseigne.

Croit-il aussi réellement qu'il ait découvert qu'il y avait en Touraine trois niveaux distincts d'*Ostrea columba*?

Si, dans le travail qui précède, il m'est arrivé de relever quelques erreurs de d'Orbigny, soit dans le texte de la *Paléontologie française*, soit dans le triage des échantillons de sa collection, mes confrères ne se méprendront point sur le motif qui m'a guidé. Ils se rappelleront, en outre, que cette partie des travaux de notre grand paléontologiste est la dernière à laquelle il ait mis la main. Non-seulement le premier volume des *Échinodermes* a dû être achevé par M. Cotteau, mais les matériaux mis en œuvre par le maître portent la trace d'une hâte qui semble attester les craintes inspirées par une santé affaiblie. Pour chaque espèce un seul échantillon est parfaitement nettoyé; les autres sont plus ou moins revêtus de leur gangue; de là, dans la même boîte, le mélange de plusieurs espèces; de là, les déterminations erronées.

Signaler les erreurs des autres est toujours un travail bien ingrat; je ne m'y suis livré qu'à contre-cœur. Si l'on veut bien se reporter à ma note du 2 mai dernier, on verra qu'il n'y avait pas même un seul mot de critique à l'adresse de la personne qui a soulevé ce débat.

(1) D'après la *Paléontologie française*, cette espèce se trouverait aussi à Châtellerault; mais les échantillons que renferme la collection d'Orbigny ne s'y rapportent pas, pas plus qu'au vrai *Hemiaster Verneuili*.

M. d'Archiac rappelle que le type de l'*Hemiaster Verneuli* qui a été moulé en 1846 par MM. Desor et Agassiz provenait d'une carrière située à Saint-Maure près de la route, dans la craie marneuse; et il ajoute que dès 1845, dans une communication faite à la Société et publiée l'année suivante dans le tome II de ses *Mémoires*, il a montré que l'*Exogyra columba* se présentait à trois endroits différents dans le bassin de la Loire et avec des dimensions différentes dans chacun d'eux.

M. Hébert fait la communication suivante :

Sur le groupe de Bélemnites auquel de Blainville et d'Orbigny ont donné le nom de B. brevis; par M. Hébert.

De Blainville a donné le nom de *B. brevis* (*Mémoire sur les Bélemnites*, Paris, Levrault, 1827, p. 86, pl. 3, fig. 1, 2, 3) à une série d'échantillons qui, évidemment, comme l'ont fait remarquer plusieurs auteurs, Voltz, d'Orbigny, etc., ne sauraient appartenir à la même espèce. En recourant aux types, j'ai pu constater, en effet, qu'il a réuni ensemble trois espèces distinctes, correspondant chacune à l'une de ces variétés, et appartenant aussi à des horizons géologiques différents.

Je vais les examiner successivement.

1° B. BREVIS, Bl., var. A.

J'ai trouvé, dans la galerie de Zoologie du Muséum, un carton étiqueté B. BREVIS, Bl., var. A, des environs de Lyon, contenant sept échantillons qui, tous, se rapportent parfaitement à la figure 1, planche III. Les types décrits par de Blainville appartiennent à M. Desnoyers, qui n'a pu encore les retrouver.

Cette espèce est bien connue : c'est celle qui caractérise partout la partie supérieure du calcaire à Gryphées arquées, très-abondante aux environs de Lyon, dans le Charollais, auprès d'Avalon, etc. C'est celle que d'Orbigny a rapportée au *B. acutus*, Miller.

Quelle que soit l'exactitude de ce rapprochement que je laisse à confirmer ou à détruire à ceux qui pourront consulter le type de Miller, mais qui me paraît fort douteux si l'on ne s'en rapporte qu'à la figure donnée par cet auteur (1), la var. A de Blainville

(1) Lequel se borne à donner la description suivante : *Guard coni-*

se distingue de la var. B par l'absence de toute trace de sillons au sommet, toujours placé dans l'axe de la coquille, et une forme en général plus aiguë, plus conique. Je lui laisse provisoirement le nom, que lui a donné d'Orbigny, de *B. acutus*, Miller.

2° *B. brevis*, var. B de Blainville.

Le type de cette variété appartenait également à la collection de M. Desnoyers, qui en a fait don au cabinet d'histoire naturelle; et j'ai, en effet, retrouvé dans les galeries du Muséum un carton contenant cinq exemplaires, que M. Desnoyers a reconnus pour être les siens, et dont deux portent à l'encre, de la main de Blainville lui-même, suivant le témoignage de MM. Desnoyers et Hupé, les mots *B. brevis*, var. B. Cette variété se distingue nettement de la précédente par une forme plus élargie, plus irrégulière, quelques sillons très-courts au sommet, lequel se contourne légèrement de manière à n'être plus dans l'axe de la coquille. On ne peut pas non plus dire que la pointe soit *mucronée*, si cette expression doit rappeler la forme de la *B. mucronata* de la craie. Ces caractères distinguent la variété B non moins nettement de la variété C que de la variété A.

Peut-être, et encore cela est fort douteux, pourrait-on rapporter à cette variété les *B. brevis*, d'Orb., *Pal. univers.*, pl. 38, et *Pal. franç.*, pl. 9, fig. 1 et 2, mais non les fig. 3 à 7 qui appartiennent à une espèce dont nous nous occuperons tout à l'heure et qui n'est autre que la *B. breviformis*, Voltz.

Je trouve cette variété B bien caractérisée dans des échantillons que j'ai recueillis, à la base du lias moyen, à Mohon et à la Grange aux Bois, près de Mézières, avec l'*Ostrea cymbium* (var. *elongata*) et la *Terebratula numismalis*, et à Avallon, dans les marnes à *Belemnites clavatus*. Elle se trouve aussi à Pinperdu près Salins, à Metz, dans les marnes à *ovoïdes* de M. Terquem (zone à *Ammonites margaritatus*), et dans les marnes micacées à *Plicatula spinosa*. Dans les assises supérieures du lias moyen, elle devient souvent presque cylindrique, et se rapproche alors par la forme de la *B. breviformis* de Voltz.

Rien n'est plus facile que de distinguer les variétés A et B lorsqu'on a affaire à des exemplaires de grande taille et à sommet bien conservé; mais les jeunes et ceux dont le sommet est usé semblent souvent passer de l'un à l'autre.

cul, terminated in an acute point, et ne donne ni la localité ni la position géologique de l'espèce.

La variété B est très-voisine par sa forme générale de la *B. rostriformis*, Quenstedt, qui se trouve en abondance à Gundershoffen dans les couches à *Ammonites opalinus* ; mais celle-ci présente au sommet de très-forts sillons, en nombre variable, qui se prolongent sur le rostre sur une longueur de 1 centimètre environ.

En résumé, cette variété présente tous les caractères d'une bonne espèce, assez variable dans sa forme, et qui paraît propre au lias moyen ; nous lui conservons le nom de *B. brevis*, de Bl. Il serait à désirer qu'elle fût de nouveau figurée, car aucune des figures de d'Orbigny ne s'y rapporte, et celles de de Blainville sont insuffisantes.

3° *B. brevis*, var. C de Blainville, *B. meta*, de Bl.

Le type de *B. brevis*, var. C de Bl., appartient à la collection de M. Deshayes ; comme les précédents, il porte encore l'écriture de de Blainville. Cette variété provient de l'oolite ferrugineuse du lias supérieur à *Ammonites opalinus* des environs de Nancy. Nous en possédons trois exemplaires provenant de la même couche, à Longwy, qui nous ont été donnés par M. Terquem, et il est facile de voir que, comme l'avait prévu de Blainville, elle doit constituer une espèce distincte, à laquelle nous conserverons le nom de *B. meta* que le savant auteur lui avait préparé. Le type qui a servi à de Blainville, est fortement usé au sommet ; mais, parmi nos trois échantillons de Longwy, deux présentent cette usure à un degré moins avancé, et le troisième est bien conservé. Nous pouvons alors nous faire une idée plus nette de l'espèce. Il résulte, de notre étude, qu'il faut réunir à cette espèce une série d'échantillons de Gundershoffen (Bas-Rhin) et de Flize (Ardenes) des couches à *B. tripartitus*.

C'est d'après treize échantillons provenant des diverses localités ci-dessus mentionnées que nous pouvons assigner à cette espèce les caractères suivants :

Rostre court, renflé et plus large que dans aucune des autres espèces connues jusqu'ici dans le lias ; comprimé inégalement sur les côtés, de manière à donner une section en général elliptique, quelquefois légèrement quadrangulaire. Sommet très-obtus, souvent légèrement recourbé et formant alors une saillie irrégulière. Sur les échantillons bien conservés, deux larges sillons latéraux correspondant aux parties déprimées, ce qui distingue nettement cette espèce de la *B. irregularis*, Schl., avec laquelle elle a quelques rapports. Dans quelques échantillons, surtout dans les jeunes, on voit apparaître un troisième sillon, en général moins prononcé que

les autres, sur le côté le plus convexe du sommet. Cavité alvéolaire très-grande, plus que dans la *B. irregularis*.

Cette espèce doit comprendre en synonymie:

Belemnites crassus, Voltz, 1830, p. 53, pl. VII, fig. 2.

— *crassus*, Zieten, 1831, p. 28, pl. XXII, fig. 1. Lias supérieur de Göppingen.

— *turgidus*, Schubler, 1830, Zieten, p. 28, pl. XXII, fig. 3. Lias supérieur de Göppingen.

— *subaduncatus*, Voltz, p. 48, pl. III, fig. 2. Lias supérieur de Gundershoffen.

— *subaduncatus*, Zieten, p. 27, pl. XXI, fig. 4. Lias supérieur de Boll.

— *incurvatus*, Zieten, p. 29, pl. XXII, fig. 7. Lias supérieur de Boll.

D'Orbigny (*Paléontologie universelle*, p. 261) réunit à tort les *B. crassus*, *turgidus* et *subaduncatus* au *B. niger* de Lister. Il réunit (p. 275) à son *B. Nodotianus* le *B. incurvatus*, Zieten; il suffit de comparer les descriptions et les figures des deux auteurs pour saisir les différences qui séparent les deux espèces.

Je regarde comme très-probable que le *B. rostriformis* de Quenstedt, n'est autre que le jeune du *B. meta*.

B. BREVIFORMIS, Voltz (1830, p. 43, pl. 2, fig. 2, 3, 4). *B. brevis*, d'Orb.

Dans ce qui précède, j'ai restitué aux types du *B. brevis* de Blainville, trop peu consulté jusqu'ici, leur véritable signification; je vais actuellement m'occuper du *B. brevis*, d'Orb. (*Paléont. univers.*, p. 270, et *Prod.*, t. I, p. 244, 1850).

Il est facile de s'assurer que le *B. brevis*, d'Orb. (1) et le *B. breviformis*, Voltz, ne font qu'une seule et même espèce, ce que tous les auteurs, je crois, ont admis; et, comme évidemment d'Orbigny et les auteurs qui l'ont suivi se sont complètement mépris sur les types du *B. brevis* de Blainville, l'espèce à laquelle d'Orbigny a appliqué ce nom, devra reprendre le nom de *B. breviformis* qu'elle avait reçu de Voltz, qui en a décrit et figuré avec soin les principales variétés. C'est à cette espèce que se rapporte aussi *B. breviformis*, Zieten (pl. 21, fig. 7); mais il n'est pas aussi certain qu'on puisse lui attribuer les fig. 1 et 2 de d'Orb. (*Paléont. univers.*, pl. 38, et *Paléont. franç.*, terr. jurass., t. I, pl. 9).

(1) Auquel, dans la *Paléontologie française*, il avait donné le nom de *B. abbreviatus*.

Cette espèce se distingue par sa forme cylindrique régulière, rarement comprimée, son sommet placé dans l'axe du rostre et mucroné presque autant que la Bélemnite de Meudon. La pointe est parfaitement lisse et ne porte aucune trace de sillons.

Cette espèce est extrêmement commune à Gundershoffsén, aux environs de Thouars, à Smarves et à Sainte-Néomaye, près de Poitiers; dans ces derniers gisements, elle se trouve exclusivement dans les couches les plus élevées du lias supérieur avec l'*Ammonites opalinus*. On la rencontre encore à Malzéville, près de Nancy, dans l'oolite ferrugineuse de cet horizon avec *B. meta* (*B. brevis*, var. C de Blainville). La collection de l'École des Mines en renferme de belles séries de Suble, de Croisille et de Fontaine-Étoupefour, dans le Calvados.

Dans le sud-ouest du bassin de Paris, et principalement dans le Poitou, l'*Ammonites opalinus* est rare, mais au même niveau se trouve abondamment une espèce d'Huître qui avait été confondue avec l'*O. Knorri*, Voltz, et que j'ai appelée *O. pictaviensis* (1).

Dans ces mêmes couches se trouvent, en assez grande quantité, de petites Bélemnites qui se rapportent à deux types différents; les unes, étroites et subulées, me paraissent être le jeune âge de *B. breviformis*, le second type s'en distingue par un rostre plus élargi et plus court, les autres caractères restant d'ailleurs les mêmes.

A la suite de cette communication M. Levallois fait remarquer que M. Mayer (de Zurich) a publié, dans le numéro d'avril 1863 du *Journal de conchyliologie* de M. Crosse, une *liste par ordre systématique des Bélemnites des terrains jurassiques*, suivie de la *diagnose des espèces nouvelles*. Dans ce petit travail, M. Mayer classe comme différentes les 3 espèces : *B. acutus*, Miller, *B. breviformis*, Zieten, *B. brevis*, Blainville. Il attribue le *B. acutus* au terrain sinémurien; et c'est, en effet, cette Bélemnite qui caractérise, dans la classification de M. Oppel, la partie tout à fait supérieure dudit terrain. M. Mayer attribue les deux autres espèces à des niveaux plus élevés.

(1) *Bull.*, 2^e sér., t. XIII, p. 246, 1836. Cette espèce doit quitter le nom d'*O. pictaviensis* pour reprendre celui d'*O. Beaumonti*, Rivière (*Descr. géol. de la Vendée*, 1836, pl. II, fig. 5 à 8). Les échantillons figurés par M. Rivière sont très-jeunes.

M. Hébert répond que la liste donnée par M. Mayer n'a pu lui fournir aucun document, et que les espèces dont il s'est occupé sont, à l'exception de *B. acutus*, envisagées, dans le travail de M. Mayer, d'une façon toute différente.

Séance du 6 février 1865.

PRÉSIDENTE DE M. GRUNER.

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Crosse, *Journal de Conchyliologie*, t. IV, 1864.

De la part de M. de Hauslab :

1° *Ueber die Bodengestaltung in Mexiko*, etc.; in-8, 23 p., 2 pl.; Vienne, 1864; chez Carl Gerold's Sohn.

2° *Ueber die graphischen Ausführungs-methoden von Höhenschichtenkarten*, in-8, 7 p., 1 pl.; Vienne, 1865; chez F. B. Geitler.

De la part de MM. Th. von Zollikofer et D. J. Gobanz, *Hohen-Bestimmungen in Steiermark*, in-8, 70 p.; Graz, 1864.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1865, 1^{er} sem., t. LX, n° 5; in-4.

L'Institut, n° 1622, 1865; in-4.

Réforme agricole, janvier 1865; in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, novembre 1864; in-8.

Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, t. VIII, n° 51, juillet 1864; in-8.

The Athenæum, n° 1945, 1865; in-4.

Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt, avril, mai, juin 1864; in-4.

Revista minera, t. XVI, n° 352, 1^{er} février 1865; in-8.

M. Crosse offre à la Société les livraisons de 1864 du *Journal de Conchyliologie* qu'il rédige (voy. la *Liste des dons*).

Le Secrétaire donne lecture d'un mémoire de M. Ébray sur la stratigraphie du système oolithique des environs de Saint-Rambert (Ain), et sur la présence de ce système dans les montagnes des Alpes.

M. Munier-Chalmas fait une communication sur le conglomérat ossifère de Meudon et sur l'époque de sa formation déduite de l'étude des fossiles qu'il renferme.

Séance du 20 février 1865.

PRÉSIDENCE DE M. GRUNER.

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, janvier 1865 ; in-4.

De la part du Comité de la paléontologie française, *Terrains crétacés*, 48^e livraison, t. VII : *Échinides*, t. II, par M. G. Cotteau ; texte, f. 39-44, atlas, pl. 1149-1160. — *Terrains jurassiques*, 7^e livraison ; *Zoophytes*, par MM. de Fromentel et de Ferry ; texte, f. 1-5 ; atlas, pl. 1-12 ; in-8.

De la part de M. Émile Arnaud, *Notice sur un Saurocephalus (nov. sp.) de l'étage aptien des environs d'Apt*, in-8, 8 p., 1864.

De la part de M. J. J. Collenot, *De la brèche osseuse de la montagne de Genay, près de Semur (Côte-d'Or)*, in-8, 31 p.; Semur, 1865 ; chez Verdot.

De la part de M. Levallois, *Les couches de jonction (Grenzschiechten) du trias et du lias dans la Lorraine et dans la*

Souabe, etc. (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XXI, 1864, pp. 384-440, 1 pl.) ; in-8.

De la part de M. F. J. Pictet, *Sur une dent de l'étage aptien des environs d'Apt*, appartenant à un *Notidanus* non décrit, in-8, 4 p. ; 1864.

De la part de M. G. Terquem, *Quatrième mémoire sur les foraminifères du lias, comprenant les Polymorphines des départements de la Moselle, de la Côte-d'Or et de l'Indre*, in-8, p. 233-308, pl XI-XIV ; Metz, 1864 ; chez Lorette.

De la part de M. Gümbel, *Ueber ein neu entdecktes Vorkommen von phosphorsaurem Kalke in den jurassischen Ablagerungen von Franken*, in-8, 22 p. ; Vienne, décembre 1864.

De la part de M. Julius Haast :

1^o *Report on the geological survey of the province of Canterbury*, in-f^o, 31 p. ; Christchurch, 1864.

2^o *Report on the formation of the Canterbury plains, with a geological sketch-map and five geological sections*, in-f^o, 63 p. ; Christchurch, 1864.

De la part de M. Moritz Hörnes, *Die fossilen Mollusken des tertiär-Beckens von Wien*, in-4^o, II^e vol., n^{os} 5 et 6, *Bivalves*, pp. 215-342, pl. 32-44.

De la part de M. H. Wolf, *Bericht über die geologische Aufnahme im östlichen Böhmen*, 1^{re} partie, in-8, p. 463-494 ; Vienne, 1864.

Bulletin de la Société de géographie, décembre 1864 ; in-8.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XI, 1864.

— *Revue bibliographique*, F ; in-8.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture, novembre 1864 ; in-8.

L'Institut, n^{os} 1623 et 1624, 1865 ; in-4.

Bulletin de la Société académique de Boulogne, année 1864, n^o 2, in-8.

Mémoires de la Société d'agriculture, etc., du département de la Marne, année 1864, in-8.

Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie, années 1863-1864, in-4.

Société imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — *Revue agricole, etc.*, décembre 1864, in-8.

Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, t. IV, 1^{er} cahier ; 1864, in-8.

The Athenæum, n^{os} 1946 et 1947, 1865.

Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt, juillet à septembre 1864.

Revista minera, n^o 353, 15 février 1865.

M. Danglure offre à la Société, au nom du Comité de la Paléontologie française, la 13^e livraison des *Échinides crétacés* de M. Cotteau, et la 1^{re} livraison des *Zoophytes jurassiques* de MM. de Fromentel et de Ferry (voy. la *Liste des dons*).

M. Levallois offre à la Société, pour sa bibliothèque, un exemplaire du *tiré à part* de son mémoire sur *Les couches de jonction du trias et du lias*, qui fait partie du tome XXI du *Bulletin*.

Il fait remarquer à cette occasion qu'il s'est glissé dans l'impression une faute essentielle à relever ; puisque, dans un travail particulièrement destiné à établir que le *Bone-bed* appartient plutôt au trias qu'au lias, on lui a fait dire (page 397) *le lias à ossements*, alors qu'il avait écrit *le lit à ossements*.

M. Éd. Dupont communique à la Société le résultat des fouilles qu'il a entreprises dans les cavernes de la province de Namur, et en particulier au trou des Nutons, qui est situé dans la vallée de la Lesse, où il a trouvé des ossements humains à côté de débris d'ours, de bœuf, de cheval, de renne, de castor, de glouton, de chèvre, d'oiseaux, de poissons, etc., des couteaux, des haches et autres objets en silex de la forme la plus primitive, des débris de poterie et de coquilles tertiaires très-roulées.

M. Dupont offre à la Société la photographie de deux crânes trouvés dans ces fouilles ; l'un est remarquable par sa forme brachycéphale et son prognathisme, l'autre est orthognathe et très-allongé en arrière.

M. Hébert fait remarquer que les coquilles tertiaires présentées par M. Dupont paraissent provenir du calcaire grossier de la Champagne, et qu'elles doivent avoir été transportées par l'homme au trou des Nutons.

M. Hébert annonce que M. Bonissent vient de reconnaître,
Soc. géol. 2^e série, tome XXII.

dans la commune de Boutteville (Cotentin) l'existence de l'oolithe inférieure de Bayeux avec ses fossiles caractéristiques, et ayant un épaisseur de 1 décimètre.

Le Secrétaire communique, au nom de l'auteur, le mémoire suivant :

Note sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional; par M. le marquis L. Pareto.

Quoique en général, excepté en quelques localités peu nombreuses, il y ait un passage bien remarquable entre les différentes assises des terrains tertiaires qui concourent à former l'Apennin septentrional et les nombreuses collines qui sont à sa base, surtout si on examine la partie la plus récente, c'est-à-dire les terrains miocène et pliocène, cependant, en observant minutieusement les différentes assises qui se présentent successivement et tenant compte des nombreux fossiles qu'on y rencontre, il paraît qu'on pourrait y établir quelques subdivisions, lesquelles sembleraient probablement correspondre à un état particulier de cette partie de la terre aux époques successives dans lesquelles se sont formées les couches qui constituent cette chaîne.

Et d'abord il n'est pas difficile de reconnaître qu'on peut rapporter l'ensemble de toute cette masse de couches aux trois périodes *éocène*, *miocène*, *pliocène*, dans lesquelles on peut établir ensuite des subdivisions assez marquées correspondantes à l'état particulier de la surface de la terre aux différentes époques, dans lesquelles les bancs, qui constituent cet ensemble, sont venus se former.

Pour donner une idée des coupures qu'on peut faire dans cet ensemble, nous allons passer en revue, mais en peu de mots, les différentes masses qu'on rencontre dans cette chaîne des Apennins, indiquant avec cela les différentes subdivisions que nous croyons pouvoir établir dans ces trois périodes du terrain tertiaire, tâchant de les comparer en même temps aux divisions qui ont été établies ailleurs, et nous commencerons par l'éocène.

La partie la plus ancienne du terrain éocène qu'on puisse rencontrer dans les diramations de l'Apennin serait pour moi représentée par les nombreuses couches nummulitiques, qui dans le comté de Nice reposent soit sur une grande-masse de calcaire argileux gris

bleuâtre, qui se montre dans les parties moyennes des contre-forts ou chaînes secondaires des montagnes entre la Tinea et la Vesubia et entre le Paglione et la Bevera, lequel contient des nombreux *Catillus* et des *Belemnites* et est rapportable à la craie, soit sur une glauconie crayeuse qui, dans les environs de Mentone et de Sospelle, est superposée au calcaire jaune paille, probablement néocomien, du *gran Mondo* et des *Baussi Rossi* et contient des Échinides et autres fossiles crayeux. J'appellerai ce premier étage éocène l'étage *nicéen*. Ces couches nummulitiques appartenant au terrain éocène seraient tantôt des couches calcaires noirâtres à différentes structures, tantôt de véritables *puddingstones* comme au Toet, tantôt des couches calcaires grisâtres comme à la Mortola, tantôt enfin des macignos psammites comme au col de Tende. La faune de ces couches, d'après M. Bellardi qui a recueilli le plus grand nombre de fossiles de ces localités, contiendrait plus de 362 espèces, dont 112, ou près du tiers, auraient leurs représentants dans le terrain éocène des environs de Paris. Mais chose assez singulière, d'après le tableau de ce même savant, aucune des Nummulites des environs de Nice ne se trouverait dans le calcaire grossier des environs de la capitale de la France, et les espèces communes des êtres invertébrés n'appartiendraient qu'aux classes des acéphales et des gastéropodes dont il y aurait 60 espèces communes pour la première classe et 50 pour la seconde, plus une espèce de *Beloptera* dans les céphalopodes et une espèce de *Stylocœnia*, la *S. Emarciana* dans la classe des polypiers. Ces fossiles, autres que les Nummulites, sembleraient indiquer que les bancs du comté de Nice, c'est-à-dire ceux particulièrement de la Palarea et de la Mortola, correspondent plus spécialement aux bancs du calcaire grossier des environs de Paris; car c'est dans cet étage qu'on retrouve le plus grand nombre des espèces communes aux deux bassins. D'un autre côté, les espèces de Nummulites des environs de Nice se retrouveraient presque toutes aux environs de Bayonne et dans les Corbières, et une partie aussi dans les environs de Vérone et de Vicence, avec qui cependant, y compris les Nummulites au nombre de 11, il n'y aurait que 59 espèces de mollusques qui fussent communes, c'est-à-dire moins d'un septième, et, de ces 59 espèces, 32 seraient communes aux trois localités, Nice, Paris et Vérone, et 22 seraient seulement communes au Véronais et à Nice, tandis que le nombre des espèces d'invertébrés communes à Nice et aux Corbières serait de 49, dont 2 Nummulites et deux Operculines, et avec Bayonne il y aurait 47 êtres invertébrés de communs, y compris 9 Nummulites et 2 Operculines. D'après cela on pourrait

presque soupçonner que les Nummulites, qui, à Paris, sont en général plus fréquentes dans les bancs inférieurs au calcaire grossier, c'est-à-dire près des sables inférieurs, dans le Midi, auraient commencé à se montrer en grand nombre et en espèces plus variées lorsque, un peu plus tard, prédominait une faune plus rapprochée de celle de ce calcaire grossier et que même elles ont continué plus tard encore lorsque, aux environs de Vérone et de Vicence, survenait une autre faune qui, tout en contenant encore un bon nombre des fossiles des environs de Nice, était augmentée par d'autres animaux qui se rapprochaient de ceux que nous verrons vivre vers l'époque miocène. Car en effet il paraît qu'il y a, près de Vérone et de Vicence, bon nombre de fossiles qui s'approchent de ceux de la colline de Turin et sont pourtant miocènes, ce qui fait naître le doute bien fondé, et que nous examinerons plus tard, qu'une partie au moins des couches nummulitiques du Véronais et du Vicentin n'appartiennent pas à l'horizon des couches des environs de Nice, mais à une époque plus récente et peut-être miocène.

Au reste ces bancs des environs immédiats de Nice se montrent aussi, mais bien moins riches en fossiles, dans les hautes montagnes qui accompagnent une partie du cours du Paglione, de la Roja et de la Tinea, et ils sont très-développés sur le sommet des Alpes près du lac du Lauzanier, où cette subdivision inférieure du terrain éocène est constituée par des bancs d'un calcaire noirâtre avec de nombreuses Turbinolies, de larges Nummulites, et entre autres la *N. Biarritziana*, et des coquilles turriculées; ces bancs, qui s'immergent sous le macigno, que nous verrons former la seconde subdivision de ce terrain et acquérir par ses énormes dimensions une grande importance, se montrent en beaucoup d'endroits de la vallée de l'Ubayette, comme aux rochers de Meolans et dans la vallée du Verdon, c'est-à-dire sur le versant de la Durance. Quant au versant du Pô, ils s'y montrent sur une bien moindre étendue, puisqu'on n'en voit que quelques lambeaux détachés sur quelques-uns des contre-forts qui accompagnent la vallée de la Stura. Tandis que cet étage est représenté assez largement sur le versant de la Méditerranée, vers les sources de la Nervia, où, vers Saorgio et la Tanarella, l'étage à Nummulites ou *nicéen* est particulièrement constitué d'abord par une suite de bancs calcaires noirâtres partagés en dalles, puis un peu plus haut par un grand banc de calcaire compacte un peu plus blanchâtre, avec quelques Nummulites, puis plus haut encore par une suite de couches de calcaire noirâtre sonore partagé en dalles avec

quelques Nummulites et Turbinolies et ensuite par quelques lits de macigno et de calcaire schisteux. Cette même subdivision règne encore à mi-côte des hautes montagnes qui sont au-dessus de la Briga, d'où il passe par le haut du Riofredelo au col de Tende, où, avec des calcaires compactes et schisteux nummulitiques, il se trouve quelques bancs également nummulitiques, mais d'un aspect plus arénacé et ressemblant presque au macigno.

Mais, quoique la présence des Nummulites soit le caractère le plus marqué auquel on puisse distinguer la partie inférieure du terrain éocène de la chaîne de l'Apennin, il arrive cependant que bien des fois ce caractère manque et qu'on n'en soit pas moins pour cela dans cette même partie inférieure du terrain éocène, et alors les bancs nummulitiques sont remplacés ordinairement par des couches calcaires assez compactes ou par des schistes argilo-calcaires qu'on trouve inférieurement à la grande masse du macigno, qui constitue pour moi le second étage du terrain éocène de l'Apennin.

On sait que pendant longtemps un grand nombre de géologues étaient d'opinion que la grande masse nummulitique, le macigno, le calcaire à fucoïdes ou le *flysch*, appartenait encore au terrain secondaire et particulièrement à quelques assises de la craie. Cette erreur, que j'ai longtemps partagée, mais qu'on a pu redresser ensuite lorsqu'on a eu fait un examen plus détaillé des fossiles et des couches, soit de l'Apennin, soit des Alpes et des Pyrénées, était cependant assez plausible et pouvait provenir de deux causes : d'abord de ce qu'il y a une grande analogie entre les couches du macigno et celles de la *pietra forte* où l'on avait en Toscane rencontré quelques fossiles crayeux et où successivement par les soins du marquis Strozzi on a recueilli une faune assez nombreuse véritablement crétacée; ensuite, parce que quelques traces de coquilles crétacées avaient été vues, comme en a aussi rencontré très-récemment M. G. de Mortillet, dans les *argille scagliose*, qui font partie du *flysch* de l'Apennin, et plus encore parce que particulièrement sur le versant nord de l'Apennin il y avait un second horizon nummulitique, que j'ai regardé toujours comme tertiaire et qui est séparé inférieurement de la véritable zone nummulitique par l'immense et énorme amas des macigno et des calcaires à fucoïdes qui recouvrent les couches nummulitiques inférieures. Or, si le second horizon nummulitique était alors regardé comme éocène, on pouvait raisonnablement croire que le plus ancien (qu'il fallait à cause des phénomènes de stratification séparer de lui) appartenait à la craie. Mais maintenant que l'on a beaucoup de données pour

regarder comme absolument miocènes les couches de conglomérats et de mollasses à *Nummulites intermedia* du pied de l'Apennin dans les vallées de la Bormida et dans les collines du Montferrat, il est naturel de penser que les couches nummulitiques inférieures du comté de Nice, de partie de la Toscane et du royaume de Naples, appartiennent bien au terrain éocène et forment la base de la formation tertiaire, au-dessus des couches de *pietra forte* crétacée et de certains *galestri* et en dessous de la grande masse des macigno et des calcaires qui les surmontent et qui les séparent de l'horizon nummulitique supérieur ou miocène, pouvant ainsi dire que, sous des facies divers à la vérité, on a dans l'Apennin toute la suite des grandes divisions du terrain tertiaire qu'on a reconnu ailleurs, et on pourrait appeler la première subdivision inférieure l'*étage nicéen*. Au reste l'erreur par laquelle on classa si longtemps le terrain nummulitique des Alpes et des Apennins avec les macigno et le flysch dans le terrain crétacé pouvait bien dépendre aussi, comme l'observe très-justement M. d'Archiac, de la manière dont les études géologiques avaient procédé au commencement du siècle. On parlait alors de l'étude locale de certains bancs qu'on pouvait croire l'exception, et pendant longtemps on a voulu les faire prévaloir comme type. Pourtant il était difficile de ramener à une formation restreinte en étendue et en puissance, comme serait le calcaire grossier de Paris, une formation très-étendue, très-puissante, et déposée dans des conditions assez différentes, telle que la formation nummulitique des Alpes, des Pyrénées et des Apennins, qui est probablement le type normal, tandis que les bancs du bassin parisien ne sont qu'une exception, une formation synchrone à la vérité, mais si différente dans son aspect, dans sa puissance, qu'il était difficile de se persuader, avec les idées qui régnaient dans les premiers trente-cinq ans de ce siècle, et avec la non parfaite connaissance des fossiles des différentes localités, que les puissantes assises des Alpes pussent être la même chose que les simples bancs de la formation parisienne.

DEUXIÈME SUBDIVISION. — *Étage ligurien.*

La seconde division du terrain éocène dans l'Apennin paraît constituée par la grande masse des véritables macigno, avec quelques alternances de calcaires et de schistes argileux. Très-pauvre en fossiles, ne contenant guère que des *Chondrites* et des *Nemerites*, elle indique, par l'absence presque totale des coquilles, que probablement elle s'est déposée dans des eaux très-profondes et

assez loin des côtes, car ses éléments, à part quelque rare exception, sont de très-petite dimension.

La puissance de cette subdivision est assez considérable, et une grande partie des plus hautes montagnes de la chaîne centrale et des chaînons qui l'avoisinent le plus en est composée. Ainsi au couchant, le Monte-Ceppo, qui atteint la hauteur de 1630 mètres en est composé, et au levant le Monte-Golo, sur la chaîne centrale et qui arrive à 1659 mètres, en est aussi constitué; et plus loin encore, dans les montagnes de la Lunigiana, les Monti-Orsajo, Comporghena, les montagnes de San-Pellegrin, le val de Serchio, qui atteignent 2000 mètres d'élévation, sont formés par des couches plus ou moins redressées de ce macigno, lequel a ordinairement une composition uniforme; seulement en quelques points il passe à une roche un peu plus grossière, ressemblant presque à un conglomérat à petit grain, au milieu duquel se trouvent même de tout petits cailloux de granite, quoiqu'on ne connaisse pas dans ces parages de roches de granite en place, qui ait pu fournir ces éléments; car le massif de cette roche, qu'on disait se trouver sur la chaîne centrale près de la Cisa (route de Parme à Pontremoli) et former la montagne appelée Groppo del Vescovo, n'existe pas réellement; cette montagne d'ailleurs, que j'ai été visiter exprès, est composée d'un calcaire grisâtre un peu subgrenu, et de loin, à cause de ses éboulements et de ses bancs peu distincts, a été probablement prise comme formée d'une roche massive qui a été baptisée pour du granite, dont il ne m'a été possible de reconnaître dans les environs aucune trace, excepté quelques cailloux roulés compris dans une espèce de conglomérat ou de brèche, qui est ici réuni, comme près de Cassio, aux calcaires de l'époque.

Cette subdivision du terrain éocène, qu'on pourrait appeler l'étage ligurien, comme l'a proposé M. Mayer, ou même étrurien, de la Toscane, où il est très-développé, puisqu'il occupe la plus grande partie de la chaîne centrale, depuis les sources du Serchio jusqu'à celles du Tibre, a aussi ses représentants, soit dans le département des Basses-Alpes, où entre autres le macigno du pic du Lauzanier surmonte le calcaire nummulitique, soit dans quelques parties de la Suisse, vers les vallées de la Saane et de la Symmen, où le flysch et particulièrement certains grès et macigno recouvrent les couches nummulitiques, qui sont assez fréquentes dans les chaînes qui bordent ces vallées.

Il est même représenté, selon les intéressantes observations faites par la Société géologique de France, dans certaines parties

de la Maurienne, où des couches de grès macigno recouvrent des bancs nummulitiques, et où on l'avait longtemps méconnu à cause des grandes dislocations subies par les couches constituantes des Alpes et à cause d'un aspect un peu différent, et où sa découverte, avec celle des Nummulites qui lui sont inférieurement réunies, a servi à débrouiller le rapport des couches plus anciennes qui lui étaient juxtaposées, et a servi aussi à démontrer que cette formation, si développée dans les Basses-Alpes et dans les environs de Gap, se lie presque sans interruption, par les couches analogues qu'on trouve en d'autres parties de la Savoie, aux couches nummulitiques et au flysch d'une grande partie de la Suisse.

Cet étage ligurien est celui qui a subi les plus nombreuses modifications par suite de la présence des roches ophiolitiques, puisque parfois certains de ces bancs les plus argileux sont transformés en jaspes, et d'autres, au couchant, non loin de Sestri, paraissent même avoir été changés en certains schistes argileux luisants et en schistes talqueux.

Comme nous l'avons vu, il paraît que les couches composant cette seconde subdivision de l'éocène, c'est-à-dire son étage moyen ou ligurien, étant formées par des roches à petits éléments et contenant très-peu de restes organisés fossiles, doivent s'être déposées dans une mer assez profonde.

TROISIÈME SUBDIVISION. — *Étage modenais.*

L'observation par laquelle nous avons fini l'article précédent, c'est-à-dire que les couches du macigno ou étage ligurien ont dû s'être déposées dans une mer assez profonde, est encore applicable à la grande masse des couches calcaires, soit schisteuses, soit compactes, soit parfois un peu sableuses, qui sont superposées au macigno et qui constituent pour moi la subdivision supérieure du terrain éocène de l'Apennin et que nous appellerons *étage modenais*, à cause des phénomènes remarquables qui se développent particulièrement dans une partie de cet étage dans les régions moyennes des Apennins de l'ancien duché de Modène et de la province de Bologne.

Ce troisième groupe supérieur de l'éocène est ce que j'ai toujours appelé le *calcaire à fucoïdes*, formation très-étendue, dont fait partie la masse remarquable des *argille scagliose*, dans lesquelles ont principalement leur siège tant de phénomènes dignes d'être observés, comme les *salze*, les sources de bitume, le développement de gaz hydrogène carburé, etc.

Cet étage-là, où il n'a pas subi de grandes altérations, commence inférieurement par des bancs assez minces d'argile un peu schisteuse et de calcaire argilo-marneux alternant avec quelques petits bancs d'une espèce de psammite, parfois avec quelques traces charbonneuses, et finit par des calcaires plus ou moins compactes en général, d'une couleur grisâtre plus ou moins foncée, qui ont parfois une assez grande épaisseur et sont aussi entremêlés, à la vérité assez rarement, avec quelques bancs d'une espèce de grès ou psammite assez dur. Cette subdivision de l'éocène atteint aussi une très-grande élévation, parvenant près des sources du Tanaro au mont Bertrand, à la hauteur de 2500 mètres, et dans les montagnes plus près de Gênes, c'est-à-dire dans les contre-forts qui bordent les vallées de la Scrivia et de la Trebbia, atteignent la hauteur de 1600 et 1700 mètres.

Les restes organiques qu'on a trouvés dans cet étage ne sont guère que de nombreuses empreintes de *Chondrites*, c'est-à-dire *C. Targionii*, *C. intricatus*, *C. furcatus*, etc., et de singulières empreintes méandriformes qui sont très-fréquentes et qui je crois ont été rapportées aux Némertites. Quant aux empreintes charbonneuses qui se voient dans quelques-uns des bancs psammitiques qui alternent avec ces calcaires, elles sont tout à fait indéterminables.

Les couches de cet étage, lorsqu'elles ne sont pas tout à fait brisées et fragmentaires, comme il arrive dans les *argille scagliose*, sont étrangement plissées et contournées, et il paraît que c'est un des étages qui a subi les plus puissantes dislocations, probablement à l'époque de la sortie des serpentines, laquelle doit avoir eu lieu pour la plus grande partie à la fin de la période éocène et au commencement de l'époque miocène, ces serpentines montrant une certaine liaison avec l'aspect de ces *argille scagliose*, et c'est au voisinage des ophiolites que probablement les *argille scagliose* doivent leur singulière coloration et de plus beaucoup des infiltrations métalliques qu'elles contiennent; c'est dans ce sens qu'on pourrait dire qu'elles appartiennent au miocène, comme voudrait le croire M. Bianconi; mais réellement ce ne serait que leur métamorphisme qui daterait de cette époque, c'est-à-dire de celle de la sortie de la serpentine, tandis que leur dépôt ou formation appartiendrait bien à l'éocène, contenant elles-mêmes des parties, peut-être des fragments, de terrains plus anciens, puisque M. G. de Mortillet a trouvé dans certaines parties de ces *argille* des traces d'Inocérames, singularité assez remarquable puisque par la généralité de leur position ces *argille scagliose* ne sauraient être

rapportées qu'à des terrains supérieurs à la craie et même à l'étage à Nummulites, à moins qu'en quelques endroits des lambeaux d'un terrain argilo-calcaire appartenant à l'époque crétacée n'aient pris localement l'aspect des *argille scagliose*.

Ces *argille scagliose* se trouvent ordinairement, à moins qu'on n'examine que les dernières rides de terrain éocène, situées le plus vers la plaine lombarde ou vallée du Pô, à la partie inférieure de l'étage modenais et au-dessus du macigno de l'étage précédent. On dirait que ce sont les bancs argileux et calcaires du bas de l'étage, ordinairement assez minces, réduits à une espèce de pâte boueuse remplie de fragments de calcaire assez souvent modifié, dans laquelle se sont produites de nombreuses métamorphoses; en effet, ces *argille* sont bigarrées de différentes couleurs, rouges, vertes, bleuâtres; des cristaux de gypse isolés, lorsqu'il n'y a pas quelquefois de véritables amas et dykes de ce minéral, s'y présentent ainsi que du soufre, de la baryte et de la strontiane sulfatée; on y retrouve aussi des pyrites, des traces assez fréquentes de cuivre et de manganèse. A part la consistance de la roche on dirait qu'il y a un principe de *gabbification*, si je puis ainsi m'exprimer, et on pourrait presque dire, si on appliquait la théorie de M. Delesse, que sous la pression des masses surincombantes, l'argile de cette formation, pétrie par une eau probablement à une température assez élevée, commence à présenter les phénomènes qui sont plus complets dans les *gabbri*, dans les ophiolites et dans les *grunsteins* qui les accompagnent et qui se lient très-souvent avec ces *argille scagliose*, lesquelles, comme nous venons de le dire, se trouvent parfois au pied des grandes chaînes de calcaire à fucoides et sous les fréquents bombements que font ses couches.

On a un exemple assez remarquable du passage de certaines de ces argiles au *gabbro* dans les environs de Cornegliano, non loin de Gènes, où il y a contact d'une espèce de diorite ou *grunstein* très-probablement plutonique et des parties argileuses de cette subdivision (ou de la précédente) du terrain éocène. Dans cette localité on observe que d'abord, à une certaine distance, ces argiles sont tout à fait schisteuses, un peu luisantes, presque désagrégées comme les *argille scagliose* et remplies de très-nombreuses écailles ou plaques et veines de talc blanc spathique; plus près, la roche prend une couleur rougeâtre et verdâtre ayant l'aspect silico-argileux, parfois un peu jaspoïde, avec une grande ressemblance au *gabbro* et laissant cependant encore entrevoir quelques indices de stratification; plus près encore du diorite elle devient massive et quasi cristalline, contenant parfois des cristaux de

feldspath couleur de chair, et elle se fond alors avec le véritable *grunstein* dont les masses se prolongent au N. dans les hautes montagnes qui flanquent à l'O. la vallée de la Polcevera et qui à leur contact avec les schistes argileux du macigno ou même avec ceux de l'étage supérieur sont cause de phénomènes à peu près analogues à ceux que nous venons d'indiquer près de Cornigliano. Il arrive même quelquefois dans ces montagnes que les argiles sont changées au contact des diorites en schistes semi-satinés couleur lie de vin ou couleur verdâtre, et en quelques endroits en schistes talqueux, comme certains nodules calcaires contenus dans ces argiles sont changés en calcaires grenus avec de nombreux feuillets de talc qui donnent à ce calcaire presque l'aspect d'un marbre cipolin.

Cet état des calcaires à fucoides changés en certains endroits en *argille scagliose* bigarrées si fréquent dans le Plaisantin, le Parmesan et le Modenais, dans les chaînes moyennes et dans celles qui s'approchent de la plaine et qui sont dirigées à peu près de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E., sens de la direction du soulèvement de ces chaînes, se montre aussi très-fréquemment le long d'une ligne dirigée N.-N.-E. S.-S.-O., qui commence près de Gênes à l'E. de cette ville et finit vers les vallées du Carone de la Staffora et du Tidone sur le versant septentrional de l'Apennin, suivant le pied occidental du grand contre-fort qui se trouve entre la vallée de la Scrivia et celle de la Trebbia, presque tout formé sur les hauteurs de calcaire argileux à fucoides plus ou moins compacte. Cette ligne, le long de laquelle se présentent aussi quelques traces de *grunstein* et de serpentine où l'on voit aussi des cristaux de gypse, des sublimations de cuivre et de manganèse, de la baryte et de la strontiane sulfatée et où il paraît même qu'il y a quelques indices de sources salées, est celle selon laquelle a eu lieu le soulèvement de ce remarquable contre-fort, qui est presque parallèle à la direction du soulèvement principal des Alpes occidentales.

Terrain miocène.

Avec l'étage du calcaire à fucoides ou étage *modenais* finit pour moi, comme nous avons vu, la période éocène, et après lui commence le terrain miocène dans lequel nous pourrions aussi établir trois subdivisions.

Je suis d'autant plus fondé à faire terminer au calcaire à fucoides inclusivement le terrain éocène, que c'est entre lui et les terrains

qui suivent qu'en Ligurie se trouve ordinairement pour ainsi dire la plus grande discordance entre les différentes couches, là tout indiquant qu'il y a eu après le calcaire à fucoides un grand changement dans la disposition physique et dans la nature des couches, quoique quant aux fossiles il n'y ait pas d'abord et immédiatement un changement aussi radical entre la faune de l'étage inférieur du terrain éocène et celle des premiers bancs qui suivent le calcaire à fucoides et auxquels je fais commencer la série des couches miocènes. Cela tendrait à prouver que les simples bouleversements des couches et de la contrée, quoique très-considérables, ne sont pas la cause unique et principale des changements de la vie, mais que d'autres causes peut-être plus générales et climatériques ont contribué aussi beaucoup dans la suite des temps à la modification graduelle de la faune d'une contrée.

Ce qu'il y a de certain, c'est qu'entre la fin du dépôt des calcaires à fucoides et le commencement du terrain miocène, il s'est passé des phénomènes qui ont grandement contribué à changer la disposition de la contrée que nous étudions.

En effet, sur le calcaire à fucoides déposé probablement dans les grandes profondeurs de la mer et sur ses couches plissées et très-redressées reposent avec une bien moindre inclinaison des bancs très-puissants constitués par des dépôts, lesquels doivent s'être formés le long des côtes dans une mer probablement peu profonde et même dans des flaques ou mares d'eau douce ou saumâtre, ayant non loin de là des terres émergées assez considérables, sur lesquelles vivaient des pachydermes, qui ont laissé leurs dépouilles dans ces premiers dépôts de l'époque miocène. Ces dépôts partiels fluvio-lacustres ou d'embouchure, et qui sont en grande partie formés par des bancs de conglomérats, de mollasse et de marnes avec coquilles lacustres et des lits de lignite, occupent des petits bassins ou des espèces de golfes et se tiennent à la base d'une grande formation de conglomérats à éléments plus ou moins grossiers, auxquels ils passent successivement. Ces conglomérats dans les parties un peu plus fines et sableuses contiennent un grand nombre de coquilles et de polypiers, lesquels sont en partie éocènes, mais en bien plus grand nombre miocènes; c'est avec ces fossiles que se trouvent encore quelques Nummulites, particulièrement la *Nummulites intermedia*, qui est la plus répandue dans cette seconde zone nummulitique, qui constitue pour moi l'étage inférieur du miocène et que j'appellerai *étage Bormidien*, du nom de la rivière dans le bassin de laquelle cette partie de la formation est très-développée et dans lequel on a rencontré à

Carcare, à Dego, à Sassello, à Coscinelle le plus grand nombre de ces coquilles appartenant à l'éocène et au miocène, et où particulièrement on rencontre aussi en grand nombre des localités dans lesquelles on trouve des traces abondantes de lignites avec *Cyrena*, *Cerithium* ou *Melania*, *Mytilus* ou *Dreissena* (Sassello, Coiro, Coscinelle) qui doivent avoir vécu dans les eaux saumâtres de certains étangs ou à l'embouchure de quelque rivière, localités fréquentées par cette colonie de Pachydermes dont l'*Anthracotherium* est le plus remarquable.

Cet étage, surtout la partie composée de conglomérats, forme une zone très-étendue, soit au pied de l'Apennin ligurien, soit sur certaines sommités des contre-forts de cette chaîne, ainsi qu'autour de certains îlots de calcaire à fucoïdes éocène qui sont épars çà et là dans le Montferrat, le long du Pô, et dans le pays de Tortone. Cet étage atteint même une altitude considérable, puisque au *Monte Maggio*, au-dessus de Casella, à trois heures de Gênes, et non loin de la chaîne centrale, il arrive à 1000 mètres d'élévation.

Ce *Monte Maggio* est le massif appartenant à cet étage qui s'avance le plus dans l'Apennin du côté de son versant septentrional, si l'on excepte les environs de Sassello et de Varagine dans lesquels ces conglomérats occupent sur une certaine étendue le faite même de la chaîne centrale et descendent aussi sur son versant méridional pour rejoindre à Celle les bords de la Méditerranée, près desquels on peut observer la partie inférieure, c'est-à-dire celle qui correspond aux dépôts non exclusivement marins dans lesquels on remarque, comme à Santa-Giustina et à Stella, des bancs de lignite et de nombreuses impressions de plantes, telles que *Lastræ styriaca*, Ung., *Sequoia Langsdorfi*, Br., *Cyperus reticulatus*, Heer, *Sparganium valdense*, Heer, *Populus Leuce*, Rossin., *Laurus primigenius*, Ung., *Cinnamomum Scheuzeri*, Heer, *C. lanceolatum*, Ung., *C. spectabile*, Heer, plantes dont pour la plus grande partie on a trouvé des analogues dans cette partie de la mollasse à lignites de la Suisse qu'on rapporte au miocène inférieur.

A cet étage appartient aussi sur le versant méridional de l'Apennin ligurien, et non loin de la chaîne centrale, le bassin si connu de Cadibona où l'on a trouvé tant de plantes et tant de pachydermes fossiles, si bien décrits par M. Gastaldi, et à l'est de Gênes fait aussi partie de cet étage la remarquable montagne de Portofino, qui s'élève abruptement de la mer jusqu'à la hauteur de 587 mètres et qui est toute composée d'un conglomérat à éléments de fortes dimensions, qui proviennent en partie de distances

assez considérables, puisque, entre autres, on y trouve des cailloux roulés de roches de quartz et de stéaschistes du verrucano et peut-être quelques porphyres, dont les roches en place plus voisines sont situées dans les montagnes de l'Inale et d'Ormea ou à l'est de la Spezzia dans les montagnes de Carrare.

Sur ce même versant il y a encore un petit lambeau de cet étage dans la dépression dirigée à peu près de l'O. à l'E. qui se trouve derrière Cogoleto et Avenzano, à l'ouest, où un conglomérat avec quelques petites Nummulites soutient des couches de mollasse et autres qui appartiennent aux étages suivants et passent même aux parties inférieures des terrains pliocènes, présentant ainsi dans un espace assez restreint plusieurs des bancs des formations miocène et pliocène.

Mais en revenant au versant septentrional de l'Apennin, nous avons dit que cet étage forme une zone presque continue qui occupe pour ainsi dire le premier gradin en descendant des montagnes de la chaîne centrale, qui contourne le bassin du Tanaro, de la Bormida et de la Scrivia, et les montagnes qui sont formées par ces conglomérats atteignent presque toutes une hauteur qui se tient entre 800 et 900 mètres; ainsi nous avons le *Brisco*, près de Voltaggio, 801 mètres, l'*Arpe di Giaccone*, entre le Lemmo et la Scrivia, 857, *Monte Tigiù*, 866, le château de *Roccaforte*, 857, *Monte di Gavo*, aux sources du Grùs, 957 mètres d'altitude, qui forment presque un arc de cercle équidistant du faite de l'Apennin, et marquent les bords de l'ancien golfe miocène vers cette chaîne de montagnes. Quant aux portions de cet étage qui entourent les massifs isolés de calcaire à fucoides, ils n'arrivent pas aussi haut, et cependant quelques groupes détachés de ce conglomérat, comme serait *Pozzolo del Groppo* dans le Tortonais, atteignent bien l'altitude de 553 mètres.

La subdivision inférieure de cet étage, c'est-à-dire celle où partiellement sont les lambeaux de terrain lacustre, n'atteint pas les altitudes des grandes masses de conglomérat, car ces dépôts ne dépassent guère 500 mètres à Bagnalco et à Noceto, dans la vallée du Tanaro, et il est à observer que ces petits bassins ou dépôts d'eau douce ou saumâtre se trouvent seulement au pied de la chaîne de l'Apennin et dans les parties qui correspondent à la portion la plus reculée de l'ancien golfe miocène, qui se trouvait là où sont actuellement les vallées du Tanaro, de la Bormida, de la Scrivia, et non près des îlots de calcaire marneux éocène du Montferrat, ce qui semble indiquer que la plus grande étendue de terre émergée à cette époque devait correspondre aux localités

où est la chaîne principale de l'Apennin et que les pachydermes dont on trouve les dépouilles dans ces dépôts, ainsi que les plantes qui concourent à former les bancs de lignite épars çà et là dans ces petits bassins, devaient avoir leur habitation sur les terres émergées de cette chaîne, composée, dans une partie vers l'ouest, de roches secondaires et plus anciennes, dans d'autres parties plus à l'est de roches éocènes, dans lesquelles les serpentines avaient déjà causé de grandes et nombreuses modifications, dont les témoins se trouvent dans les cailloux ophiolitiques, dans ceux de jaspe, de gabbro, etc., qui alternent avec quelques mollasses et constituent une grande partie de ces mêmes dépôts d'estuaire et qui forment aussi la plus grande partie de l'énorme masse de conglomérats qui sont immédiatement superposés à ces dépôts.

Ce conglomérat, par la grosseur de ses éléments et par la nature des coquilles qu'on y rencontre, particulièrement dans les sables qui en font partie, paraît s'être formé au loin de la côte. En effet, les coquilles qu'on y trouve appartiennent en général à des espèces qui n'en vivent pas à une très-grande distance, et les blocs qui constituent ce terrain sont en telle quantité et parfois de telles dimensions, qu'on ne peut supposer qu'ils aient été roulés de bien loin, et, si on en voit de ceux dont l'origine paraît être lointaine, on peut supposer qu'ils ont été portés dans les localités où ils sont actuellement par une espèce de flottaison, probablement sur des radeaux de glace, lesquels, pour fournir une telle quantité de blocs et de cailloux, devaient être assez nombreux et devaient, en général, s'accumuler et se fondre, plutôt qu'en pleine mer, près des côtes ou près des îlots dont elle pouvait être parsemée et qui venaient à barrer le passage, ce que l'on peut raisonnablement supposer en observant que c'est juste au fond de l'ancien golfe présumé et autour de certaines masses isolées de roches plus anciennes, que se trouve de préférence la zone de conglomérat, et qu'on rencontre les plus gros blocs qui la constituent. A l'appui de cette opinion vient aussi parfaitement la découverte qu'a faite M. Sismonda, dans les conglomérats inférieurs du Montferrat, de blocs de calcaire rouge avec *Térébratules* et autres fossiles liasiques, dont sont formées les montagnes de Gozzano d'Avona, qui constituent les premiers gradins des Alpes au nord de la vallée du Pô, blocs dont on ne pourrait expliquer la présence dans ces collines du Montferrat, où à ma connaissance il n'y a aucune trace de ces formations, qu'en les y supposant transportés de la lisière septentrionale du golfe par quelque agent de flottaison, tels que seraient des radeaux de glace. C'est probablement aussi de ces

premiers gradins des Alpes, qui formaient à l'époque miocène la ceinture septentrionale de ce bras de mer, que proviennent les quelques cailloux de porphyre quartzifère qu'on trouve dans ces collines du Montferrat, et on ne pourrait guère même expliquer, sans recourir à l'hypothèse des agents de flottaison, la présence parfois d'énormes blocs anguleux, où presque anguleux, qui se trouvent ou isolés ou par paquets et amas circonscrits au milieu de bancs réguliers, composés de parties fines et très-atténués, comme mollasse et couches sableuses qui se trouvent intercalées dans cet étage, comme à Coscinelle, entre les bancs de conglomérat plus grossier et à cailloux roulés. Il est à remarquer que parfois sur ces blocs sont incrustés d'énormes polypiers.

Du reste, après avoir indiqué sommairement les raisons stratigraphiques, je ne m'occuperai pas longtemps à discuter les raisons paléontologiques qui me conduisent à regarder cet étage comme faisant partie du miocène, puisque les nombreuses coquilles qu'on y retrouve appartiennent en bien plus grand nombre au miocène qu'à l'éocène; en effet, si dans la liste des fossiles j'ai donné dans mon mémoire sur le terrain nummulitique du pied septentrional de l'Apennin (*Bulletin de la Société géologique*, avril 1855), il y avait sur 24 espèces des environs de Coscinelle 10 appartenant au miocène et 10 à l'éocène, si dans la liste de M. Sismonda, dont j'ai fait mention dans ce même mémoire, il y avait 3 poissons miocènes sur 59 invertébrés, il y en avait 33 ou éocènes ou nummulitiques et 26 miocènes; la liste donnée par M. Gastaldi, comme faite sur la belle et nombreuse collection de M. Michelotti, sur 109 invertébrés fossiles en présente 100 comme espèces miocènes et 9 seulement comme appartenant exclusivement à l'éocène d'autres contrées; d'où il résulte qu'en faisant la somme des différentes listes et en laissant de côté quelque double emploi, on peut dire que sur 190 animaux invertébrés appartenant à cet étage inférieur miocène, ou, comme je propose de l'appeler, *Bormidien*, il y en a 130, à peu près, miocènes et 52 éocènes ou nummulitiques, observant même que dans ces 52 nummulitiques il y en a un certain nombre indiqués comme se retrouvant exclusivement dans le terrain probablement complexe du Véronais et du Vicentin, où il est très-croyable qu'il se présente au moins plus d'un étage nummulitique (si l'on ne veut pas, comme je pencherais presque à le croire, que le Vicentin et le Véronais soient plutôt miocènes qu'éocènes); car, si en effet Bolca paraît décidément éocène, dans d'autres parties des collines Véronaises et Vicentines il y a des bancs que tout porte à croire être plus récents et se rap-

procher du miocène, comme l'avait établi en 1847 la section de Géologie du congrès de Venise, qui dans la coupe de Possagno ad Azolo avait remarqué près de Casteluco, au-dessous des puissantes assises pliocènes des collines *Azolane*, des bancs avec Operculines et fossiles rapportables au miocène, qui étaient superposés aux premières couches tertiaires du val *Organa*, qui présentaient un peu plus l'aspect éocène.

Cette présence même du miocène dans le Vicentin a reçu une grande confirmation par la découverte faite par feu M. le docteur Massalongo de dents d'*Anthracothérium* au milieu des bancs de lignite à Zovencedo, Chiavone, Salcedo, lignites qui contiennent aussi des *Ichthyolites*, des *Phyllites* et des mollusques; à la vérité, ces lignites, au dire de M. Massalongo, paraîtraient supérieurs à la grande masse nummulitique de ces régions; mais on pourrait avoir quelques doutes sur cette constante superposition des lignites, car dans certains endroits, comme aux Puli, dans la vallée de l'Agno, la section de Géologie du congrès de Venise a constaté en 1847 la présence d'un banc de lignite avec nombreuses traces de Potamides au-dessous des bancs nummulitiques qui couronnent les collines de la partie moyenne du cours de l'Agno, comme vers Castel-Gomberto. A la vérité, on ne pourrait guère tirer de cette position du lignite des Puli au-dessous des calcaires nummulitiques aucun argument irréfutable pour la classification de ces mêmes terrains dans le miocène, car il se pourrait que ces lignites appartenissent à un étage un peu différent de celui de Salcedo et de Zovencedo, où ont été trouvées les dents d'*Anthracothérium*, et je ne pourrais assurer l'identité de ces lignites des Puli avec ceux de Salcedo, quoiqu'elle soit très-probable, car M. Pasini vient de me dire qu'il pense qu'on a trouvé aussi une dent d'*Anthracothérium* aux Puli; mais ce qui est plus constaté, c'est que les lignites de Salcedo sont identiques avec ceux de Cadibona.

Il est, en outre, très-probable que des bancs très-étendus du Vicentin, où se trouvent, entre autres, de très-nombreuses Scutelles et des Clypeâstres, comme près de Schio, appartiennent au miocène et très-probablement à l'étage dont nous nous occupons en ce moment; d'ailleurs un certain nombre de géologues soupçonnaient déjà la présence du miocène dans ces régions, et M. Mayer, entre autres, avait déjà tenté cette probabilité, car il a, dans son tableau des terrains tertiaires de l'Europe, mis en parallèle dans son étage qu'il appelle tongrien une grande partie des bancs nummulitiques du Véronais et du Vicentin, avec les couches de Carcare et de Coscinelle, ainsi qu'avec la formation de

Cadibona, et feu M. Alexandre Brongniart même, établissant, dans son remarquable mémoire sur les terrains *calcaréo-trappéens* du Vicentin, un parallèle entre ceux-ci et ceux des environs de Turin, avait fait justement pressentir qu'une partie au moins du Vicentin est contemporaine des premiers dépôts miocènes du pied de l'Apennin.

Je me suis permis cette trop longue digression sur la probabilité de l'existence du terrain miocène dans les couches nummulitiques des régions du Véronais et du Vicentin pour prouver que la présence d'une cinquantaine d'espèces nummulitiques dans l'étage bormidien, dont nous nous occupons, ne contredisait pas l'opinion qu'on dût le regarder comme miocène, en tirant l'argument de cette position de la présence de plus de cent autres espèces décidément miocènes, parce que les espèces nummulitiques du Vicentin qui entrent pour la plus grande partie dans ces cinquante espèces ont presque plus de raison de devoir être regardées comme miocènes que comme éocènes.

Du reste, cet étage bormidien, qui a été plus particulièrement étudié par moi dans les collines du Montferrat et du pied septentrional de l'Apennin Ligurien, paraît se montrer en d'autres points aussi du pied de cette chaîne; j'en ai rencontré en effet des traces dans les Apennins de Reggio, près Castel-Novo di Monti, où, selon M. le professeur Docterlein, il y a des Nummulites dans les conglomérats et les mollasses miocènes de *Pietra Bismantova*, qui sont superposées aux *argille scagliose* éocènes de Monte-Fiorino, et non loin de Scandiano, près Monte-Babbio et Rondinara, où l'on voit des traces de lignites dans les agglomérats assez souvent très-ophiolitiques, qui sont superposés aux calcaires à fucoides de Jano et de Castel del Gesso.

Cet étage, au moins la partie où sont des dépôts ligniteux, se reproduit en Toscane dans les conglomérats et mollasses à lignites d'eau douce avec ossements de pachydermes, particulièrement du genre *Sas* de Monte-Bamboli et de Monte-Masii, etc., quoique à propos de ce terrain à combustibles de la Toscane on puisse avoir le soupçon qu'il soit un moment plus élevé dans la série. Ce doute me vient de ce que M. le professeur Paul Savi assure que le terrain du *Pierolle* à lignites est supérieur au terrain marin miocène, qu'à Dicomano certaines couches à *Cyprina* paraissent inférieures aux lignites, et qu'à Caniparola le terrain à lignites repose sur un terrain marin; cependant je pense que ce doute a peu de valeur, car excepté *Perolle*, que je ne connais pas, pour Dicomano il paraît qu'une des *Cyprines* indiquées, la *Cyprina depressa*, Meneghini, est

probablement une Cyrène, et alors elle appartiendrait à ces couches d'eau saumâtre ou d'eau douce qui sont ordinairement à la base de nos lignites du terrain miocène inférieur; quant à Caniparola, la formation repose ou s'appuie à la vérité sur un terrain marin; mais ce terrain, qu'on peut voir dans le batro d'Albachiava, n'est pas miocène, mais bien éocène, puisqu'il contient les Chondrites les plus communes du terrain éocène supérieur ou de l'étage modenais. Et à propos de ce dernier gisement de lignites de Caniparola, dans la vallée du Magra inférieur, je suis bien persuadé qu'il fait partie de notre étage miocène inférieur ou Bormidien; car, si d'abord un petit nombre de plantes déterminées par M. Heer se rapprochait de certains terrains plus récents, comme ceux de Montajone et de Sinigaglia, un plus grand nombre de Phyllites, qui ont été recueillies postérieurement par M. Capellini et qui ont été aussi déterminées par M. Heer et publiées dans un beau mémoire par le même professeur Capellini, prouvent que la flore de cet endroit correspond bien plus à celle de Cadibona et du terrain miocène inférieur, qu'à celle des gypses de Guarene, Sinigaglia, Stradella et des terrains de Montajone, en Toscane, qui appartiennent à un étage bien plus récent; d'où on peut déduire avec assurance que réellement le lambeau de couches de mollasses et de conglomérats inclinées, contenant des lignites et de nombreuses impressions de plantes et des coquilles d'eau douce de la partie inférieure de la vallée de la Magra, appartient, comme Cadibona, Stella, Bagnasco, à la partie inférieure et lacustre de l'étage Bormidien ou du terrain miocène inférieur.

J'ai indiqué plus haut le soupçon que j'avais qu'on dût plutôt classer le terrain nummulitique du Vicentin dans le miocène inférieur que dans l'éocène; or, le doute que j'avais s'est presque entièrement évanoui, et je vais me persuadant toujours de plus en plus que ce terrain est miocène, en jetant les yeux sur le catalogue des fossiles miocènes donné par M. Michelotti, catalogue dans lequel on voit qu'un grand nombre de fossiles provenant de Castel-Gomberto, Matecchio, etc., sont réellement miocènes et confirment pleinement l'idée que je soutenais en 1847, que ces terrains étaient plus récents que la zone nummulitique ancienne des Alpes, lorsque la section géologique du congrès de Venise entreprit de parcourir les vallées de l'*Agno*, de l'*Onto* et les environs de Castel-Gomberto.

On pourrait même ajouter que non-seulement la partie supérieure du terrain nummulitique du Vicentin est miocène, mais que probablement la partie inférieure l'est aussi; car, si réelle-

ment cette partie inférieure appartenait à l'éocène, et non au miocène inférieur, on aurait dans cette région la suppression entre les deux étages nummulitiques de la grande zone du flysch ou du calcaire à fucoides, zone qui se montre cependant au pied des Alpes plus à l'O., vers le pays de Venise et le Milanais, mais non intercalée entre deux étages nummulitiques, mais bien inférieure à des calcaires ou breccioles nummulitiques qui ont une grande ressemblance avec le poudingue miocène, comme à Comabbio, où ces poudingues semblent bien supérieurs aux calcaires marneux rougeâtres, avec *Chondrites* de Morosolo, et où par conséquent on peut croire qu'on a plutôt la zone nummulitique supérieure ou miocène, au lieu d'avoir des représentants du banc nummulitique éocène, idée et opinion qui peuvent s'appuyer aussi sur la considération physique que tous ces bancs formaient probablement à la même époque le pourtour d'un même golfe, du golfe qui devait être ensuite occupé par les terrains subapennins et par les terrains de la vallée du Pô.

Cette absence ou si l'on veut cette suppression de la grande masse de flysch dans le Vicentin et le Véronais, où, si réellement il y avait distinction entre les bancs inférieurs et supérieurs nummulitiques, ils seraient soudés ensemble, est un fait qui donne bien à penser que ces bancs nummulitiques ne sont pas une chose différente, mais qu'ils forment bien un seul ensemble rapportable au miocène, d'autant plus que des plantes de la classe des *Fucus* se trouvent bien et en assez grand nombre dans les bancs qui avoisinent les Nummulites du Vicentin et du Véronais même les plus inférieurs; mais ces *Fucus* sont de tout autres genres et espèces que les *Chondrites* et ils ressemblent bien plus aux genres d'algues et de fucoides qui ont été trouvés à Cassino dans le terrain nummulitique miocène, d'où cette idée de l'âge comparativement récent des terrains nummulitiques du Vicentin semble acquérir une nouvelle confirmation. Elle acquiert même une autre probabilité de l'observation qu'a déjà faite Alexandre Brongniart, de la présence ou mieux de la connexion des roches trappéennes ou basaltiques au milieu des bancs calcaires nummulitiques du Vicentin et du Véronais, lesquelles roches, comme la plus grande partie des serpentines, avec lesquelles elles ont une grande analogie, ne sont sorties du sein de la terre qu'à la fin de l'époque éocène et au commencement de l'époque miocène.

Du reste, je me suis un peu étendu en développant cette idée, que les terrains du Vicentin et du Véronais sont plutôt miocènes inférieurs qu'éocènes, non que je puisse et la veuille soutenir

exclusivement, mais pour inviter les géologues qui ont la possibilité d'étudier minutieusement ces contrées à voir si cette opinion a des données suffisantes pour être définitivement adoptée et établir au moins quelles sont dans ces parages les couches qui sont réellement éocènes et celles qui peuvent être rapportées (comme étant supérieures aux couches à lignites à *Anthracotherium* et tirées avec elles) à l'étage miocène inférieur, dont nous nous sommes jusqu'à présent occupé.

Deuxième étage miocène ou étage langhien.

Comme la zone du terrain éocène, au-dessus et pour ainsi dire extérieurement aux couches remplies de fossiles et qui paraissent avoir été déposées dans une mer peu profonde, se trouvent des masses énormes de bancs qui, par l'absence de la vie et la ténuité des molécules dont ils sont composés, indiquent une grande profondeur dans les eaux de la mer au milieu desquelles ils se sont formés, comme il paraît aussi qu'ils se sont formés assez loin des côtes; ainsi, dans le terrain miocène au-dessus de la grande masse du conglomérat inférieur et de certaines roches arénacées abondantes en fossiles qui paraissent avoir été formées dans une mer peu profonde, se présente aussi une grande et puissante suite de couches dans lesquelles les particules de la roche qui les constitue sont très-atténuées et où les fossiles sont bien plus rares et très-peu répandus. C'est cet ensemble de couches que je considère comme constituant la subdivision moyenne du terrain miocène, que je nommerai *étage langhien*, et qui se montre sur une grande étendue dans les hautes collines appelées les *Langhe*, traversées par les vallées supérieures du Belbo de la Bormida, et aussi dans une partie des collines qui avoisinent les cours du Lemmo et de la Scrivia et en partie les vallées du Curone et de la Staffora. Cet étage se développe aussi dans la suite de collines qui va de Superga à Casale et même à Valence, et il est toujours caractérisé par des marnes sableuses généralement grisâtres, par des espèces de mollasses de la même couleur et par quelques bancs assez rares de sables parfois ophiolitiques qui passent aussi parfois, mais presque disposés comme des paquets ou masses semi-lenticulaires et non continues, à un conglomérat généralement à éléments peu grossiers. Ces marnes sont parfois dépourvues presque généralement de fossiles, et quoiqu'on en trouve quelques-uns au milieu de ces bancs, c'est ordinairement lorsque ces marnes ou ces mollasses prennent surtout l'aspect de sables agglutinés qu'il y en a un plus grand nom-

bre. Les débris végétaux y sont assez rares; on y voit cependant çà et là quelques morceaux de lignites ou de bois bituminisé perforé par les tarets. La faune de cet étage a encore une assez grande ressemblance avec celle de l'étage inférieur miocène, puisqu'il y a près de cent trente à cent quarante espèces d'animaux fossiles qui sont communes aux deux étages, et plusieurs même de ces espèces ont leurs analogues dans certains terrains miocènes du midi de la France, particulièrement des environs de Bordeaux; du reste cette faune de l'étage langhien est identique en grande partie avec celle de la colline de Turin, dans laquelle colline cet étage occupe une place assez étendue, puisque je pense qu'on peut y rapporter la masse puissante de marnes sableuses ou mollasses grisâtres qui se voient depuis la *villa della Regina* vers *Santa Margherita* et une partie des couches sableuses qui leur sont intercalées vers l'Eremo et où particulièrement on a trouvé le plus grand nombre de coquilles déterminables, car dans les marnes où l'on en voit aussi un assez grand nombre, surtout de bivalves, elles sont ordinairement si écrasées, qu'il est impossible de bien les déterminer.

Dans cette colline de Turin on peut croire, mais avec doute, que cette zone repose sur certains conglomérats inférieurs qu'on voit dans le fond et non loin des débouchés de certaines petites vallées, comme celle que remonte la route de Chieri et celles du Rio Sales, conglomérats qu'il ne faut pas confondre avec les grands amas de cailloux roulés même assez volumineux qui sont aux débouchés de ces mêmes torrents, mais qui appartiennent au terrain diluvial. De là cette masse de marnes sableuses paraît arriver jusqu'au point de partage des eaux qui descendent d'un côté vers le Pô en aval de Turin et de l'autre vers la plaine de Chieri. Un peu plus loin et sur les hauteurs qui environnent ce col on voit de nouveau des conglomérats qui sont supérieurs à cette grande masse de marnes sableuses et de mollasses et qui probablement se lient à un troisième étage supérieur du terrain miocène que nous avons lieu de mieux reconnaître ailleurs.

Cette zone de mollasses de l'étage miocène moyen est aussi remarquablement développée dans les hautes collines qui sont au midi de Castagneto, vis-à-vis de Chivasso, et qui s'étendent vers la petite vallée de Rivalba d'un côté et de l'autre vers la vallée di Casal Borgone; dans ces parages elles présentent un aspect assez uniforme et contiennent assez peu de fossiles; au contraire, elles en montrent un assez grand nombre vers Sciolze où il y a quelque banc intercalé d'une espèce de sable ou conglomérat serpentineux.

Mais les localités où cet étage paraît plus développé sont les hautes collines qui sont au nord de Ceva, ainsi que dans les vallées de la Bormida vers Ponti, Bistagno et Acqui, ou ce qu'on appelle les *Langhe*. Elles occupent aussi une grande étendue de pays entre Coscinello et Cremolino, entre la Bormida et l'Olba, ainsi que près d'Ovada et dans la vallée du Lemmo de Voltaggio jusqu'à Gavi. Dans la vallée de la Scrivia appartiennent à cet étage les marnes et mollasses grisâtres qu'on voit, après avoir quitté les conglomérats du miocène inférieur, se prolonger des environs de Rigoroso à Arcuata et jusqu'au pied et au sud des plus hautes collines sur lesquelles est situé le château de Serravalle d'un côté de la Scrivia et la *Madonne del Monte* de l'autre, collines que nous verrons appartenir à un étage encore supérieur du miocène; entre Rigoroso et Serravalle, les mollasses de l'étage langhien, après s'être élevées assez haut, près du premier de ces deux pays, s'abaissent un peu et forment la grande crête sur laquelle passe la route qui va de Serravalle à Gavi.

Cet étage atteint pour le moins l'altitude de 534 mètres à Castino, entre le Belbo et la vallée de la Bormida occidentale; il a à peu près l'altitude de 382 mètres à Coscinello, et à la Calcinara, près Godiasco, à côté de la vallée de la Staffora il arrive à 682 mètres, et il doit arriver à une hauteur même un peu plus grande vers S. Albano et Pietra Gavina dans les ramifications du Monte Penice qui sont entre la Staffora et un de ses affluents de droite, la Nizza.

Quoique cet étage, par son étendue, ait une grande importance, je ne puis donner à son égard et à celui de sa faune des détails bien précis, d'abord parce qu'à cause de la rareté des fossiles en certains endroits, et surtout parce que dans les collections on n'a pas toujours eu le soin de marquer exactement ceux qui appartiennent aux bancs inférieurs du miocène et de les séparer de ceux qui appartiennent à cet étage ou à un autre supérieur, il n'est pas permis encore d'assigner à sa faune des limites bien tranchées. On voit cependant qu'un bon nombre de coquilles qui se trouvaient dans le conglomérat inférieur commence à manquer et qu'il s'en substitue d'autres, dont une partie continue à se montrer ensuite dans l'étage supérieur et passe même plus haut en d'autres bancs qui se trouvent à la base du pliocène, ce qui vient parfaitement à l'appui de ce que nous avons dit d'abord, c'est-à-dire qu'il y a passage d'un étage à l'autre et que les faunes de chaque étage ne se sont pas éteintes tout à coup et n'ont pas été entièrement et immédiatement remplacées par des faunes nouvelles, mais qu'au contraire les formes ont varié peu à peu et successivement, c'est-

à-dire que progressivement, à l'extinction ou disparition de certaines espèces ou variétés, il en est survenu de nouvelles, les variations des faunes, durant une longue période, étant fonction complexe probablement des variations climatiques générales et non-seulement des variations de niveau mais des variations de la nature minéralogique et physique du fond des mers, ainsi que des dépôts qui s'y formaient.

En dehors des régions que j'ai plus particulièrement énumérées, je ne pourrais guère avec une scrupuleuse précision indiquer les localités où cet étage est exactement représenté; je crois cependant qu'on peut y rapporter certaines mollasses qui se trouvent au débouché de la vallée du Ceno dans celle du Taro, beaucoup de mollasses qui sont sur la route qui va de Castelnovo dè Monti à Reggio de Modene, celles qu'on rencontre sur la route de Sassuolo aux premières collines en allant vers Paullo, celles qui se voient dans la vallée du Reno et une grande partie de celles qui sont dans la vallée du Lamone. En Toscane je ne saurais indiquer quelles peuvent être les couches rapportables à cet horizon; mais probablement on pourrait croire qu'appartiennent à cet étage les mollasses qui sont supérieures aux conglomérats à lignites de Monte Masi. Dans les Romagnes il se peut bien que ce terrain ait aussi ses représentants, car on trouve des mollasses et des marnes qui étant à la base d'autres terrains ont bien quelque ressemblance avec ces mollasses du miocène moyen; mais il est impossible d'indiquer où elles finissent et où commencent d'autres terrains en partie également arénacés ou marneux, mais qui appartiennent à des étages supérieurs.

Étage miocène supérieur ou étage serravallien.

Vers la partie supérieure de l'étage *langhien* on voit commencer l'alternance des marnes grisâtres avec des couches plus sableuses jaunâtres qui commencent à prendre l'aspect de dépôts qui se sont formés dans une mer moins profonde et moins loin des côtes. C'est au commencement de ces alternances de marnes sableuses grisâtres et de sables jaunes que je place la limite inférieure de la troisième subdivision du terrain miocène, qui est celle du miocène supérieur que j'appellerai l'étage *serravallien*, du bourg de Serravalle, près lequel cet étage est bien marqué et où il forme une rangée de hautes collines qui s'étendent au loin à l'ouest et à l'est de ce bourg et qui ont un aspect et une constitution géologique particuliers. Ce sont les couches encore assez inclinées de

cet étage que la Scrivia coupe profondément à côté de ce bourg d'où elle entre ensuite presque dans la plaine. Les sables jaunâtres agglutinés, qui d'abord alternent avec des mollasses grises et qui vers le haut acquièrent une grande puissance et constituent presque exclusivement la partie supérieure de l'étage dont nous nous occupons, sont composés presque totalement de grains de quartz hyalin ; il y a cependant quelques grains assez rares de serpentine et d'autres roches congénères qui sont parfois teints en jaune par quelque légère trace d'oxyde de fer. Ils sont liés par un ciment calcaire où ils sont plus ou moins effervescent et leur cohésion est assez forte, car on s'en sert comme d'assez bonne pierre de taille qu'on exploite surtout à Gavi et en d'autres points de ces collines. Ces sables agglutinés sont disposés en bancs généralement assez puissants et contiennent de nombreux fragments de coquilles, de baguettes d'oursins et de polypiers ; dans quelques-uns de ces bancs il y a de larges impressions sinueuses et serpentineuses qui pourraient être des empreintes de troncs de larges *Fucus*, mais qui plus probablement ne sont que l'effet de l'agitation et du tournoisement des ondes de la mer sur une plage de sable fin et sur des bancs situés peu au-dessous de sa surface, car j'ai eu lieu d'observer des impressions absolument semblables se former sous mes yeux sur la surface d'une plage de sable fin qui se trouvait à peine 3 à 4 pieds au-dessous de la surface de la mer, dans le port même de Gênes. Du reste tout semble indiquer que lorsque ces sables se déposaient la mer ne devait avoir dans ces endroits qu'une assez petite profondeur. On trouve dans ces sables des Huîtres, quelques Peignes, des Térébratules, des polypiers, des Serpules, des dents de Squale ; mais ces fossiles sont en général dans un état fragmentaire et pourtant pas très-reconnaissables. Les dépôts de cet étage présentent ordinairement l'aspect d'une plage sablonneuse sur laquelle la mer a rejeté les fragments des coquilles qui vivaient non loin de là dans son sein. A Serravalle, autant que peu le permet l'état des échantillons que j'ai ramassés, je pense pouvoir déterminer la *Terebratula vitrea*, une autre *Terebratula* (*T. miocenica*?, Michelotti) qui s'en approche beaucoup mais qui a les valves un peu sinueuses. Les baguettes d'*Echinus* paraissent appartenir à certains *Cidarites* et les polypiers sont entre autres *Caryophyllia cyathus*, Michelin, *Myriopora truncata*, Mich., *Tethia simplex*, Michelotti. Il y a aussi avec eux des fragments de Serpules, des petites Huîtres et quelques petits Peignes peu déterminables.

On peut suivre les bancs appartenant à cet étage sur une grande

étendue de pays. En effet ces sables du miocène supérieur s'étendent à l'est de Serravalle, par les hautes collines de la *Madonna del Monte* élevée de 462 mètres, au château de Sorli haut de 593 mètres, aux Monti d'*Ajane* et de *S. Vigo*, au nord de Garbagna, qui atteignent 625 et 654 mètres d'altitude; de là cet étage passe à travers les vallées du *Grù* et du *Curone* et forme le monte de la *Pennola* de 646 mètres d'élévation qui est entre le *Curone* et la *Staffora*, et à l'est de cette dernière rivière on en voit des traces remarquables dans les collines qui s'étendent vers le *Tidone* dans les diramations du *Monte Penice*. Quant à la partie de cet étage qui se trouve à l'ouest de Serravalle, elle a aussi une grande étendue, puisque ces sables passent à Gavi, à Parodi, de là, par Montaldeo et Castelletto, à la *Rocca Grimaldi* sur la gauche de l'*Olba*, et ensuite à Orsera sur la droite de la *Bormida*, et puis se montrent entre Alice et Acqui sur la route qui va d'Acqui à Nizza de la Paille; des environs d'Acqui probablement cet étage continue, mais pas aussi bien reconnaissable, vers la *Tinella*, d'où, pliant un peu au S. O., il va rejoindre certaines collines sableuses qui semblent lui appartenir et qui se trouvent entre Dogliani et Murazzano.

Mais outre cette zone qui a plusieurs myriamètres de longueur et qui accompagne la zone des conglomérats inférieurs et des mollasses moyennes qui court au pied septentrional de l'Apennin, il y a aussi des parties isolées de cet étage vers M. Bisagio près de Tortone et sur la colline où était située jadis la forteresse de cette ville. Ici l'étage est un peu plus marneux et il y a quelques lits de sables un peu serpentineux. A M. Bisagio il y a des Huîtres, des Spondyles et des dents de squal, particulièrement du *Carchorodon megalodon*. On peut, à la vérité, avoir quelque doute sur ce tuf ou sable agglutiné du M. Bisagio, comme nous verrons qu'on peut en avoir sur la position de celui de *Terrugio* dont nous parlerons ensuite, si réellement il fait partie de cette zone, ou si bien il n'appartient à une autre zone sableuse supérieure au gypse et pour moi pliocène; mais je crois réellement que le tuf de M. Bisagio, comme celui de *Terrugio* et de *S. Bartolomeo*, est bien inférieur et non supérieur au gypse de ces contrées, tel que celui de San-Germano et que pourtant ce tuf est miocène et appartient à l'étage serravallien.

Du cap sur lequel sont les restes de l'ancienne forteresse de Tortone, si on regarde vers l'O. au delà du Tanaro, c'est-à-dire sur la gauche de cette rivière, on voit aligné avec lui dans le sens de l'O.-N.-O. le cap de *Monte Castello*, qui est pour ainsi dire

l'extrémité orientale de la rangée de collines qui vont de Superga près Turin à Valence. Ce cap paraît presque identiquement composé comme la colline de la forteresse de Tortone et on peut le regarder comme appartenant à l'étage serravallien.

De ce point de Monte-Castello on peut suivre en marchant dans le sens de ces collines, c'est-à-dire à l'O.-N.-O, les traces de cet étage en assez grand nombre d'endroits, comme à Vignale, où l'on a des sables agglutinés identiques avec ceux de Serravalle et contenant des concrétions marneuses. A San-Bartolomeo de Terrugia, où il y a d'abord inférieurement une masse considérable de ces sables fins, mais non pas très-agglutinés, puis un banc puissant presque tout formé de nodules calcaires de forme plus ou moins sphérique et d'assez fortes dimensions, venaient par des parties arénacées, et par dessus de nouveau, plusieurs bancs de sables fins, plus ou moins agglomérés et calcaires qu'on exploite sous le nom de *tuf*, et qui contiennent des dents de squal, c'est-à-dire *Oxyrhina hastalis*, *O. plicatilis*, *O. xiphodon*, Sism., des Huîtres, des *Phyllites* et des fragments de bois bituminisé. Parmi les Huîtres, il y en a une qui a une bien lointaine ressemblance avec l'*O. vesicularis*, mais elle est un peu moins bombée et elle a le test lisse comme celle de la craie, mais certainement ce doit être une espèce différente.

Ces bancs, soit inférieurs, soit supérieurs, contiennent aussi, comme ceux de Serravalle, des baguettes d'oursins et des fragments de polypiers; et quoiqu'il puisse naître le doute, comme je l'ai indiqué plus haut, qu'ils fassent partie d'une zone supérieure du gypse de San-Germano, qui n'est pas bien loin de là, cependant par l'examen de la contrée il paraît bien plus probable qu'ils passent en dessous et qu'ils appartiennent bien à l'étage serravallien.

Je crois aussi qu'on doit rapporter à cet étage certains calcaires blanchâtres sableux des environs d'Ottiglio qui contiennent des traces de polypiers peu déterminables, des fragments d'Huîtres analogues à celles de San-Bartolomeo, de Terrugia et de M. Bisagio, et un *Balanus* qui paraît bien être le *Balanus tintinnabulum*, Brocch.

Plus loin on peut rapporter probablement à cet étage ces bancs de sables parfois un peu serpentineux, avec nombreux fragments de coquilles, qu'on rencontre entre Mancucco et Cinzano, et plus loin encore une couche analogue et qui contient beaucoup de Serpules et des coquilles toutes brisées et des polypiers qu'on ren-

contre tout près de l'église de Pino, lorsqu'on prend la descente le long de la route qui conduit de Turin à Chieri.

En général, les couches de cet étage sont encore assez inclinées; elles commencent cependant à l'être un peu moins que celles des bancs inférieurs, mais elles le sont toujours plus que celles du terrain qui suit et avec lequel, comme nous le verrons, je fais commencer le terrain pliocène.

En dehors du Piémont et des vallées de la Scrivia et de la Bormida, j'ai pu recueillir trop peu de matériaux pour dire avec une certaine assurance quelles sont les localités où se montre encore cet étage. Je croirais cependant qu'on pourrait rapporter à ce niveau certains bancs sableux agglomérés de Rocca del Gisio, près Pianello, dans le Plaisantin, et certains bancs sableux et agglomérats assez inclinés des environs de Tabbiano, à l'O. des bords de ce nom, dans le Parmesan, ainsi que les bancs inclinés de même nature des environs d'Amiano, localités à côté desquelles nous verrons qu'existe bien développé le terrain qui suit, c'est-à-dire le pliocène inférieur. Plus loin, dans le Modenais et dans le Bolonais, quoiqu'il soit très-probable que cet étage existe aussi à la partie supérieure de la grande masse de terrains miocènes qu'on trouve dans ces régions, je ne pourrais pas indiquer les bancs précis qu'on doit lui rapporter, et plus loin encore, comme dans les environs de Cesene et de Rimini, bien qu'on voie des masses énormes de terrains qui présentent l'aspect et contiennent même des fossiles du serravallien, de manière qu'on serait tenté de les y rapporter, cependant l'étude de la position des agglomérats et sables endurcis de Sogliano, Perticara, San-Leo et San-Marino conduisent à les ranger comme supérieurs à certains gypses et à certaines alternances de couches marines et fluviatiles, dans le terrain ou mieux étage que nous nommerons *tortonien*, et qui forme la base du pliocène.

Quant au versant méridional de l'Apennin en Ligurie, je ne connais guère qu'un endroit où on puisse croire avec une certaine probabilité qu'existe cet étage, avec cependant une très-petite extension. En effet, au N. du bourg de Cogoleto, à un endroit dit *Serboasca*, il y a une dépression qui va de cette localité à Arenzano, dans le sens de l'O. à l'E., et qui se trouve entre une petite chaîne côtière et les grandes hauteurs serpentineuses de la chaîne centrale de l'Apennin, qui court elle-même à une petite distance des bords de la mer dans ce sens, de Varagine à Voltri. Dans cette dépression se développe le terrain miocène, d'abord avec ses con-

glomérats et ses mollasses nummulitiques inférieures, ses mollasses et ses marnes sableuses moyennes, et enfin au-dessus d'eux se voient des sables jaunâtres agglutinés, presque analogues à ceux de Serravalle et contenant comme eux des polypiers en fragments peu déterminables, des baguettes d'oursins, des grandes et des petites Huîtres, dont l'une paraît s'approcher de l'*O. flabellum*, de Lamarck, le tout ayant l'aspect d'un dépôt sablonneux formé d'une plage peu profonde, et qui rend assez probable le rapprochement que je fais de ce banc avec l'étage serravallien.

Pliocène inférieur ou étage tortonien et plaisantin.

L'étage dont nous allons nous occuper commence pour moi le terrain pliocène et en forme la partie inférieure. C'est un des plus étendus et des plus riches en fossiles, car il a été reconnu non-seulement tout le long du pied septentrional de l'Apenin, mais aussi sur son versant méridional et dans une grande partie de la Toscane et des États de l'Église. C'est de lui que proviennent le plus grand nombre des coquilles décrites par Brocchi, et c'est par lui qu'est constituée la plus grande partie des basses collines sub-apennines.

Lorsque, d'après Lyell, on introduisit dans la géologie les noms d'*éocène*, *miocène* et *pliocène*, on plaça d'abord sans hésitation la plus grande partie de l'étage qui nous occupe dans le pliocène. Ce ne fut qu'un peu plus tard que plusieurs géologues piémontais, ayant recueilli un assez grand nombre de fossiles d'une partie de cet étage et des bancs qui lui sont immédiatement supérieurs, et ayant trouvé qu'un certain nombre de ces fossiles lui étaient particuliers, que d'autres lui étaient communs avec le miocène, et que d'autres, mais non pas en très-grande quantité, lui étaient enfin communs avec les bancs qu'ils regardaient comme exclusivement pliocènes, voulurent placer cet étage dans le miocène, et en firent le miocène supérieur. Mais pour moi, soit en examinant sa faune plus généralisée, soit en examinant la position stratigraphique et la nature des couches qui la composent, je penche à croire qu'il a plus de liaison avec les terrains qu'il supporte qu'avec ceux qui lui sont inférieurs, et je penche pourtant à le considérer comme formant la base du pliocène ou à le regarder comme le pliocène inférieur, et je l'appellerai *étage tortonien*, et je lierai avec lui l'étage *plaisantin*, qui n'en formerait qu'une subdivision ou un sub-étage à la partie supérieure.

Le type de cet étage tortonien est pris dans les collines qui sont

au S.-E. de Tortone, vers *Sardigliano*, *Santa-Agata*, *San-Alosio*, et celles qui sont au N. de *Starrano*, village dont le château serait encore placé sur les derniers bancs du miocène supérieur ou serravallien, et pour le sub-étage plaisantin, dans les fameuses collines de *Castellarcuato*, qui contiennent bon nombre de coquilles identiques avec celles des environs de Tortone, et un aussi grand nombre de coquilles identiques avec celles de l'Astésan, ce qui indique une liaison sensible avec l'étage supérieur du pliocène ou terrain marin de l'Astésan, tandis que sa position et un grand nombre de fossiles rapprochent de plus ce sub-étage du tortonien, dont il y a des bancs parfaitement caractérisés même par les fossiles, dans ces environs de *Castellarcuato*, vers *Bacedasco*, où on les voit immédiatement inférieurs et liés immédiatement avec la partie plus caractérisée du Plaisantin, c'est-à-dire avec les marnes qui sont entre *Castellarcuato* et *Lugagnano*.

L'étage tortonien est composé dans le bas de marnes bleuâtres alternant assez souvent avec des bancs peu épais d'une mollasse marneuse gris bleuâtre, qui est parfois aussi disposée en espèces de gros nodules aplatis au milieu de ces mêmes marnes; avec elles il y a aussi quelques bancs peu réguliers de cailloux roulés, généralement de calcaire compacte et de roches serpentineuses qui forment parfois, comme entre *Stazzano* et *Sardigliano*, plutôt de larges plaques que de véritables bancs régulièrement disposés. C'est avec ces bancs qu'on rencontre un grand nombre de coquilles, particulièrement l'*Anolax inflata*, plusieurs Cônes, tels que *Conus antiquus*, Brocc., *C. raristriatus*, Bellardi, *C. ventricosus*, Bronn, le *Buccinum gibbum*, Brocc., *Trochus patulus*, Brocc., *Turritella triplicata*, Brocc., *T. imbricata*, Brocc. *Voluta rarispina*, Bellardi, *Ranella marginata*, *Natica helicina*, Brocc., etc., et peut-être même la *Cardita Jouanneti*, Bast. Quant aux nombreux polypiers, particulièrement des genres *Turbinolia* et *Stephanophyllia*, ils se trouvent ordinairement de préférence dans les marnes sableuses et les mollasses.

Au-dessus de ces marnes et de ces mollasses se développe ordinairement la formation gypseuse, et en plusieurs endroits il y a des bancs très-puissants de cailloux roulés et de sables qui la recouvrent; c'est avec ces bancs que le plus souvent se trouvent des alternances de couches marines et de couches avec coquilles d'eau douce et saumâtre, avec lesquels sont réunis de petits bancs de lignite ou de bois bituminisé. Souvent aussi, particulièrement dans le Plaisantin et même dans le Tortonais, il y a à la partie supérieure de l'étage complexe un banc de calcaire grossier ou

de sables calcaires agglutinés très-riche en Peignes et en Térébratules, tels que le *Pecten dubius* et la *Terebratula ampulla*, Brocc. Il est remarquable que ce banc calcaire se montre sur une très-grande étendue de pays, non-seulement dans le Tortonais, le Monferrat, le Plaisantin et une partie des Romagnes, mais aussi sur le versant méridional de l'Apennin.

En examinant l'ensemble des couches qui constituent l'étage tortonien et le sub-étage plaisantin, on voit que c'est un terrain qui en partie s'est déposé dans une mer généralement peu profonde et qu'il a fini par s'approcher beaucoup, à cause des soulèvements successifs et graduels du fond de la mer, à former une plage caillouteuse, près de laquelle s'épanchait quelque courant d'eau douce qui y déposait des Mélanies, des *Melanopsis*, des Néritines, etc., ou bien près de laquelle s'étaient formés des étangs littoraux d'eau douce ou saumâtre, comme il arrive encore aujourd'hui sur les bords de la Méditerranée, où par quelque mouvement oscillatoire il peut arriver qu'il se forme dans leur fond tantôt des dépôts marins ou d'eau saumâtre, avec *Cardium*, *Cerithium*, *Mytilus*, *Ostræa*, tantôt des dépôts alternants d'eau douce avec quelques Néritines et *Melanopsis*.

Du reste, comme je l'ai déjà indiqué, je penche à croire que ce grand étage, qui est un des plus développés de ceux qui sont aux pieds de l'Apennin, forme bien la partie inférieure du pliocène, et que c'est avec lui qu'on doit de préférence le réunir. En effet, si on examine l'ensemble des restes organisés qui s'y trouvent, à part un assez grand nombre d'espèces qui lui appartiennent en propre, on y en voit à la vérité un certain nombre qui lui est commun avec le véritable miocène, comme seraient les bancs de la colline de Turin ; mais il y en a aussi un certain nombre qui est commun avec le véritable pliocène, tel que le terrain d'Asti, comme il y en a aussi d'autres qui sont communs et aux étages miocènes, aux étages tortonien et plaisantin et à l'étage astien ou du pliocène supérieur. En effet, par exemple, sur 137 espèces de fossiles à peu près que donne le catalogue de M. Eugène Sisimonda, qui est un des plus complets pour le terrain spécial de Tortone, on trouve qu'il y en a : 1° d'exclusivement propres à cette localité, 67, dans lesquels sont compris 7 polypiers caractéristiques, 3 acéphales et 57 univalves, parmi lesquelles il y a 7 ou 8 espèces de coquilles d'eau douce provenant des couches alternantes fluviales et marines ; 2° 28 espèces pour le moins, communes à cet étage tortonien et à l'Astésan ; 3° 23 communes au Tortonais et au terrain miocène de la colline de Turin ; 4° enfin 23 communes

au miocène, au tortonien et à l'Astésan; d'où il résulte, d'après ces nombres, qu'il semble se relier plus au pliocène qu'au miocène, même en considérant la simple partie inférieure et locale de ces couches tortoniennes, et sans y joindre les masses de terrain qui se trouvent dans le Plaisantin et qui, par leur liaison avec lui et par les fossiles qu'on y trouve et qui se rapprochent toujours plus de ceux du pliocène supérieur, viennent confirmer le rapprochement que je fais de l'étage tortonien avec la base du pliocène, dont on ne saurait le séparer pour le réunir de préférence avec le miocène.

Quant au sub-étage plaisantin, qui a été indiqué par M. Mayer et que je tiens à conserver, mais comme une simple subdivision de l'étage tortonien, je pense qu'il en forme la subdivision supérieure, mais qu'il est intimement lié avec lui, car un grand nombre de coquilles qu'on trouve à Castellarcuato se trouvent aussi dans les collines de Tortone; et dans ces environs de Castellarcuato à Bacedasco, où il y a aussi le représentant exact de la partie inférieure de l'étage tortonien, celles où sont de nombreuses *Turbinolia* et *Stephanophyllia*, on voit que cette partie inférieure du tortonien fait passage et se lie aux bancs caractéristiques de l'étage plaisantin, composés, comme je l'ai dit plus haut, particulièrement de marnes bleues, qu'on voit le long de l'Arda, entre Castellarcuato et Lugagnano, bancs qui ont une très-grande puissance et qui s'élèvent à Monte-Gioco à l'altitude de 451 mètres. Or, dans ce sub-étage plaisantin, le nombre de coquilles qui lui sont communes avec le terrain pliocène supérieur ou de l'Astésan va toujours en augmentant, et, comme il est inséparable du tortonien, les motifs de faire de cet étage complessif une division du pliocène augmente en raison du plus grand nombre de fossiles communs qu'on y trouve.

Le nombre des univalves que j'ai pu constater comme étant communes au sub-étage plaisantin et au véritable tortonien, observé dans les collines qui sont au sud de cette ville, vers Santa-Agata et San-Alosio, serait au moins de 37; quant aux bivalves, elles paraissent être en moindre proportion, car dans les environs de Tortone, c'est-à-dire à San-Agato, on n'en a recueilli qu'un bien petit nombre, et ce sont particulièrement des Nucules, des *Arca*, quelques *Cardium* et *Pecten*, tandis que dans les couches de Castellarcuato elles sont assez nombreuses.

Ce nombre de coquilles communes ne serait pas à la vérité très-nombreux; mais, si au lieu de se restreindre à la localité précise de Santa-Agata et de San-Alosio, on voulait, dans le catalogue de

M. Sismonda, regarder comme provenant de l'étage tortonien les coquilles dont l'habitat est indiqué par le mot générique Piémont, on trouverait que le nombre des espèces communes est bien plus considérable ; et ce nombre deviendrait encore bien plus considérable, si d'un autre côté on réunissait aussi aux fossiles de Castellarcuato ceux indiqués dans le catalogue de Bronn, comme provenant des couches de Bacedasco et de Tabiano, bancs qui ont des caractères qui les approchent plus particulièrement du véritable tortonien ou de la partie inférieure de l'étage complexe du tortonien et du plaisantin.

Quant au nombre des coquilles que les catalogues plus nombreux, tels que celui de Bronn, donnent comme communes aux terrains du Plaisantin et à l'Astésan, elles dépassent le nombre de 177. Mais il est très-probable qu'elles n'appartiennent pas toutes au véritable sub-étage plaisantin et tortonien et qu'une partie d'entre elles provient seulement des couches supérieures de Castellarcuato, de celles qui sont vers les hauteurs de Monte-Pulgnasco et Diolo, où tout porte à croire que les sables grisâtres et les sables jaunes qu'on y trouve correspondent plutôt aux sables supérieurs de l'Astésan, tandis que les coquilles qui appartiennent au sub-étage plaisantin, lié avec le tortonien, ne seraient à proprement parler que celles qui se trouveraient dans et au-dessous du remarquable banc calcaire, qui du bourg même de Castellarcuato va s'élevant au Monte-Gioco, au-dessus de Lugagnano, et dans quelques couches aussi qui lui sont immédiatement supérieures et qu'on ne peut séparer de lui.

Ce banc calcaire, qui peut servir d'horizon pour marquer la limite supérieure du sub-étage plaisantin et qui se présente non-seulement à Castellarcuato, mais aussi en beaucoup d'endroits des collines du Monferrat et dans celles de Tortone, est caractérisé par la présence de nombreux Peignes, particulièrement, comme nous l'avons indiqué, par le *Pecten dubius*, par quelques Huîtres et par la fréquence de la *Terebratula ampulla*, Brocc. C'est ce calcaire qui dans les environs de Tortone, vers Costa et Castellenia, couronne les crêtes des collines au-dessus du terrain gypseux. C'est lui qui à Moncalvo, dans le Monferrat, d'où il se prolonge à l'O. vers Craviglio et à l'E. vers Grassano, recouvre les marnes et le gypse de cette localité et paraît établir une séparation entre l'étage plaisantin et l'étage astien qui lui est supérieur et qui fait indubitablement partie du pliocène. Près de ce pays de Grassano on a trouvé dans ce calcaire, ou, pour mieux dire, dans ce sable calcaire agglutiné, outre la *Terebratula ampulla*, d'autres Térébra-

tules assez remarquables, telles que *T. bipartita*, *T. caput serpentis*, un *Spatangue* et de nombreux petits *Peignes*.

Mais après cette digression sur le banc calcaire que nous croyons pouvoir servir de limite supérieure à l'étage plaisantin, si nous revenons à l'examen de la proportion des fossiles communs à cet étage et à l'astien, même déduction faite de certain nombre de coquilles, qui probablement appartiennent exclusivement aux bancs supérieurs à ce calcaire, cette proportion est encore assez forte pour soutenir l'opinion que l'étage complexe tortonien et plaisantin fait bien partie du terrain pliocène, plutôt que du miocène.

A la vérité, les conclusions que nous avons tirées précédemment de l'examen des catalogues de M. Sismonda et de M. Bronn seraient un peu infirmées si on partait du catalogue ou mémoire de M. Michelotti, intitulé *Faune miocène de la haute Italie*, où les proportions entre les espèces exclusives, celles communes à l'Astésan et au tortonien, celles communes au tortonien et au miocène de Turin, celles enfin communes aux trois étages sont un peu différentes, et duquel il paraîtrait que les coquilles communes à l'Astésan et au tortonien sont en bien moins grand nombre que celles qui résultent du catalogue de M. Sismonda et de celui de M. Bronn. En effet, sur 205 espèces d'invertébrés que M. Michelotti indique avoir trouvées à Tortone, il paraît qu'il y en a 120 exclusivement propres à cette localité en Italie, et qui en conséquence ne peuvent entrer en ligne de compte pour former la balance, qu'il y en a 14 communes aux trois subdivisions, la colline de Turin, Tortone et Asti, qu'il y en a 54 communes à Tortone et à Turin et 47 seulement de communes à Asti et à Tortone. Mais outre qu'on peut avoir des doutes si on a toujours marqué les espèces communes au tortonien et à l'Astésan (car on trouve souvent dans ce catalogue à côté de *l'habitat Tortone*, des etc.), il est certain que la comparaison des fossiles du tortonien avec ceux qui sont près d'Asti a été faite dans ce catalogue plus particulièrement par rapport aux sables jaunes supérieurs de l'Astésan et qu'on s'est moins occupé des fossiles qui sont dans les marnes, tandis qu'à Tortone ce sont des fossiles des marnes qu'on a plus spécialement examinés, d'où il résulte qu'il est très-probable que si on avait considéré aussi comme *astiens* les fossiles des marnes bleues inférieures immédiatement aux sables jaunes de ces mêmes environs d'Asti qui appartiennent bien à la même subdivision du pliocène, il y aurait une bien plus forte proportion d'invertébrés communs à l'étage complexe tortonien et plaisantin et à l'astien,

que celle qui apparaît du catalogue de M. Michelotti, et qu'ainsi les conclusions déduites du catalogue de ce savant ne viennent pas tout à fait à contredire celles que nous avons tirées des catalogues de M. Sismonda et de M. Bronn. Je penche en outre à croire qu'en grande partie ce n'est qu'en apparence que ces conclusions se contredisent, parce que dans les coquilles du Tortonais indiquées par M. Michelotti il est facile qu'il y en ait un certain nombre provenant des localités de *Bavatore*, *Vargo*, *Stazzano*, qui ne sont pas loin des localités où ce naturaliste a fait ses récoltes, mais qui sont encore situées sur le terrain miocène supérieur ou serravallien, où il est certain qu'il y a un bien plus grand nombre de fossiles communs avec le miocène de la colline de Turin, ce qui fait qu'on peut avoir quelques doutes sur le résultat final des comparaisons tirées du catalogue de ce naturaliste et qui contredisent celles tirées des catalogues de M. Sismonda et de M. Bronn.

Du reste, outre les considérations paléontologiques que nous avons fait valoir pour séparer l'étage complexe tortonien et plaisantin du serravallien, dernier terme miocène, on peut aussi s'appuyer sur des considérations stratigraphiques et plus encore sur des considérations déduites des changements qui paraissent survenus dans la nature et la disposition physique des fonds dans lesquels le nouveau terrain est venu à se déposer, considérations qu'en partie nous avons déjà fait valoir.

En effet, comme nous l'avons déjà noté, les couches de ce terrain tortonien sont bien moins inclinées que celles du serravallien, et il y a déjà un changement de nature qui les approche incontestablement des marnes pliocènes. De plus, les dernières couches du serravallien, ou miocène supérieur, sont des sables absolument de rivage avec nombreux détritiques de coquilles, polypiers, échinodermes, tandis que les premières couches du tortonien sont des marnes et mollasses fines indiquant un fond de mer un peu plus profond. On y voit aussi des polypiers, mais ils semblent d'une nature différente, car on pourrait dire que le tortonien est l'étage où principalement se montrent les *Turbinolia*, les *Flabellum*, les *Stephanophyllia*, polypiers isolés, tandis que dans le miocène ce sont des polypiers agglomérés qui prédominent. Les marnes et mollasses d'une mer un peu profonde changent peu à peu de nature à cause d'un nouveau rehaussement et deviennent des sables et des cailloux d'une plage sur laquelle s'épanchent des petits torrents qui y déposent les coquilles d'eau douce et les Phylites qu'on rencontre avec les gypses et les marnes qui alternent

avec eux et les sables qui les recouvrent. Cet ensemble de phénomènes et de changements indique, après le dépôt du serravallien, d'abord un abaissement du fond de la mer et puis un successif relèvement du même jusqu'à donner des couches formées sur ses bords, mais par des dépôts d'eau douce, ensemble de faits qui peut justifier la séparation de la période dans laquelle ils ont eu lieu de celle après laquelle ils ont commencé, d'autant plus que la flore que nous retrouvons dans les couches gypseuses de cet étage est différente de celle retrouvée dans les mollasses de la base du miocène, indiquant un climat déjà un peu moins chaud, comme la faune aussi de cet étage commence à indiquer une faune d'un climat différent de celle du miocène incontestable, ce qui avec toutes les considérations précédemment développées vient à l'appui de la thèse d'abord soutenue que l'étage complexe tortonien et plaisantin doit être séparé du serravallien ou du miocène supérieur et placé de préférence à la base du terrain pliocène, dont il formerait la partie inférieure. Ainsi, de la même manière que l'étage bormidien avec ses lignites et ses polypiers et sa flore particulière, commence inférieurement le miocène, de même l'étage tortonien et plaisantin, avec ses polypiers isolés, ses couches gypseuses avec *Phyllites*, ses bancs de lignite avec coquilles d'eau douce ou d'estuaire, avec ses marnes à coquilles nombreuses, telles que *Fusus*, *Pleurotomus*, *Columbella*, *Thiara*, avec ses Balénoptères et ses Dauphins, commence le pliocène dont il forme la base.

Après avoir déterminé le plus précisément possible la position géologique des remarquables couches fossilifères de Tortone et du Plaisantin, il me reste à voir quelles sont, dans d'autres parties de l'Apennin et ailleurs, les couches qu'on peut rapporter à cet horizon ; et d'abord je crois qu'on a des exemples de cet étage dans plusieurs des collines qui se trouvent près des bords de Tabbiano, celles qui sont composées de marnes et mollasses identiques avec celles de San-Agato, et l'on trouve un grand nombre des mêmes polypiers, entre autres *Stephanophyllia elegans*, *Flabellum avicula*, *Turbinolia multiserialis*, et où l'on trouve la remarquable *Marginella avis caprina* de Guidotti. De Tabbiano ces marnes, avec quelques paquets de cailloux roulés, continuent vers Amiano, où il y a de remarquables sources de pétrole et où j'ai retrouvé la *Chama arictina* de Broechi, et de là passent à Saint-André du Taro, où il y a un certain nombre de coquilles identiques avec celles du Tortonais et du Plaisantin. Elles se montrent aussi sur la droite du Taro, vers les vallées de la Parona et de l'Enza, mais je ne les ai pas encore visitées moi-même. Une

localité remarquable, où ce terrain se montre ensuite avec ses alternances de couches fluviales et marines, est dans la vallée du Tresinaro, localité dont j'ai fait mention dans une note sur plusieurs coupes de l'Apennin publiée dans le volume XIX du *Bulletin* de la Société. Dans cette localité de San-Valentino on a, au-dessus de mollasses bien constatées comme appartenant au miocène, de grandes masses de marnes bleuâtres, parfois un peu sableuses, au milieu desquelles alternent plusieurs bancs de marne plus blanchâtre et onctueuse, avec quelques cailloux roulés; dans ces bancs on voit des *Neritines* au moins de deux espèces, probablement la *Neritina pisum*, Bonelli, et la *Neritina fluviatilis*? les mêmes qui se trouvent à San-Agato, des *Mélanies*, comme la *Melania stricta*, Brocc., et la *Melania semiplicata*, Bonelli, et des *Melanopsis*, la *Melanopsis buccinoidea*, assez rare, et plus fréquemment une *Melanopsis* qui paraît identique avec la *Melanopsis Martiniana*, excepté qu'elle est un peu plus petite. Avec ces coquilles d'eau douce ou saumâtre il y a des fragments de *Cardium*, qui pourraient appartenir ou au *Cardium rusticum* ou au *Cardium edule*. Par dessus ces marnes il y a à San-Valentino une masse de sables jaunâtres, qui contient un grand nombre des coquilles du Plaisantin ou de Castellarcuato.

Cette zone du terrain tortonien-plaisantin passerait, avec ses gypses, vers Vignola, et de là sur la droite du Panaro et dans les collines qui sont entre la Samoggia et le Lovino. C'est dans ces couches et précisément près de San-Lorenzo, que M. Capellini vient de rencontrer des restes intéressants du *Delphinus Brocchii* et d'un Balénoptère, qui se trouve aussi à Castellarcuato dans une position identique et dans des couches tout à fait analogues à celles indiquées par cet auteur pour la localité des environs de Bologne, près de laquelle ville et sur les collines qui s'étendent au sud, entre le Reno et la Savena, il y a des gypses et avec eux supérieurement de nombreuses couches alternantes, comme entre Sabbione et la *Pieve del Pino*, de marnes et de sables jaunâtres, contenant entre autres coquilles la *Columbella thyara*, Bellardi, *Pleurotoma dimidiata*, Brocc., *P. turricula*, Brocc., *Solarium pseudoperspectivum*, Brocc., *Marginella buccinea*, Br., *Notica helicina*, Br., *Corbula gibba*, coquilles très-fréquentes dans le Plaisantin.

Ce même étage et particulièrement le calcaire à Peignes que nous avons signalé dans les environs de Castellarcuato, après avoir donné indice de son existence par les gypses en un grand nombre d'endroits vers la fin des vallées, entre Bologne et Jauza, se montre en masses assez considérables vers le débouché de la

vallée du Montone, près Castro-Caro, non loin de Forlì ; en effet, non loin et même à côté de ce gros bourg, ce calcaire paraît recouvrir des marnes et il contient de nombreux Peignes, tels que le *Pecten dubius*, ainsi que la *Terebratula ampulla*, caractéristique du calcaire de Castellarcuato, et est recouvert à son tour par d'autres marnes et sables plus récents, comme il arrive aussi entre Forlìmpopoli et Cesena, où on le traverse sur la grande route même à l'endroit dit *Capo Colle* ou *Monte Spaccato*, et où il est recouvert immédiatement par des marnes bleuâtres contenant de nombreuses coquilles, telles que *Arca antiquata*, Brocc., *Venus rugosa*, Brocc., *Venericardia pectinata*, Brocc., *Rostellaria pes pellicani*, Brocc., *Columbella* ? *Murex subulatus*, Brocchi, *Natica canrena*, Brocc., *Fusus clavatus*, Brocc., *Trochus miliaris*, Brocc., *Fissurella græca*, *Calyptræa muricata*, Brocc., *Flabellum avicula*, des Dentales et un autre grand nombre de coquilles que je n'ai pas eu le loisir de déterminer.

Mais des localités où, à mon avis, cet étage tortonien se montre avec une très-grande puissance et avec des particularités qui en rendent l'étude très-intéressante, est la région qui s'étend de la rive droite du Savio au fleuve de Cesena, vers la Marecchia et au delà de cette rivière, région dans laquelle sont les montagnes de la Perticara, celles de San-Leo et de San-Marino, qui se présentent sous un aspect assez imposant, quoiqu'elles appartiennent selon moi à cet étage relativement assez récent, et qui sont dignes d'une profonde étude, puisque c'est dans leurs couches inférieures que se trouve cette grande quantité de soufre dont l'abondante exploitation a rendu célèbres tant de localités des environs de Cesena et de Rimini. J'avais cru d'abord, avant de visiter ces localités, que le soufre qu'on y extrait provenait des masses d'argille *scagliose* qu'on rencontre parfois, et même assez fréquemment avec tous les accidents que j'ai indiqués ailleurs, dans le fond de plusieurs de ces vallées et même dans certaines collines assez basses, disposées en formes d'ellipsoïdes allongés qui ont été le centre et la ligne de quelque soulèvement ; mais à présent j'ai eu lieu de me convaincre que la plus grande partie du soufre ainsi que la plus grande masse de gypse provient de couches d'une espèce de marne argileuse souvent modifiée en calcaire, qui appartient à ce terrain supérieur, à ces argille *scagliose* et qui présente tous les caractères de l'étage tortonien avec lequel il a une extrême ressemblance, parce que comme lui il est en général composé de marnes et argiles, contient des bancs de gypse, montre de nombreuses alternances de couches fluvia-

tiles et marines avec lignites et est surmonté des mêmes poudingues et sables qui, dans les pays d'Alba comme à la Morre, dans les pays de Tortone et de Voghera comme à San-Alosio Godiasco et Stassano, recouvrent et en partie alternent avec la formation gypseuse, qui contient dans plusieurs de ces localités aussi des traces de soufre.

La localité la plus remarquable pour observer ces alternances de bancs avec coquilles marines et d'eau douce est celle de Sogliano, où on a tenté l'exploitation de quelques bans de lignites. Dans le fond de la vallée qui est à l'ouest de ce bourg, et qui se dispute avec celle qui est à l'est (la vallée de l'*Uso*) la gloire d'être l'ancien *Rubicon*, existent quelques traces, cependant douteuses, d'*argille scagliose*, et au-dessus commencent des marnes argileuses grisâtres avec des paquets de gypse et des traces de strontiane sulfatée, puis au-dessus viennent des sables plus ou moins agglutinés et ensuite des marnes dans lesquelles sont de nombreux Cérîtes, *Cerithium sulcatum*, Desh., *C. marginatum*, Desh., *C. vulgatum*, coquilles du tortonien, et que j'ai vu accompagner aussi le banc de lignites qui se trouve au château de Causelle près de Montpellier; ensuite viennent plusieurs alternances de sables et de poudingue à petits grains avec des lits de lignite; quelques Cérîtes comme le *sulcatum* se trouvent, surtout à l'endroit dit le Capanaccio, dans le lignite même avec quelques Huîtres; mais les dépouilles les plus nombreuses sont celles des *Melanopsis*, entre autres *Melanopsis carinata*?, des *Dreissena* ou des *Mytilus*, des *Unio* ou *Anodonta*; il y a quelques Paludines et Néritines peu déterminables et j'y ai trouvé la *Metania nitida*, Lamk; en outre ces lignites et de plus les marnes bitumineuses qui leur servent de lit et de toit sont recouverts de nombreuses empreintes de coquilles peu déterminables, mais que je pencherais presque à croire être des Planorbes; j'y ai même vu quelques empreintes qu'on soupçonnerait provenir d'un *Ancylus*. Au-dessus de ces alternances de sables, poudingues et lignites qui au Capanaccio présentent entre autres deux bancs d'une certaine puissance qu'on a tenté d'exploiter, vient une masse assez considérable d'argile marneuse grisâtre avec quelques coquilles marines, laquelle est surmontée dans le pays même de Sogliano d'une puissante masse de sables endurcis, jaunâtres, calcaires, formant une espèce de mollasse calcaire qu'on exploite pour les constructions. Cette mollasse comprend de nombreuses empreintes de coquilles marines; j'y ai vu la *Pyrula ficoides*, Brocc., la *Perna maxillata*, une *Panopæa* qui s'approche de la *Panopæa Faujasii*, un *Cardium*,

probablement le *C. oblongum*, Brocc., et un grand nombre d'autres coquilles qui appartiennent au terrain pliocène; avec elles il y a le *Schizaster canaliferus*, Eug. Sismonda, et de nombreuses dents de poissons. J'y ai ramassé des dents que je rapporte au *Sphærodon cinctus*, Ag., et d'autres qui se rapprochent beaucoup du *Lamna cuspidata* du même auteur. Il y a aussi dans cette mollasse de nombreuses empreintes de *Phyllites* analogues à celles qui accompagnent le gypse du pays de Sinigaglia et entre autres le *Celastrus Pardinus*, Massalongo, le *Juglans Ginanii* du même auteur. Cette masse de sable calcaire endurci qui couronne au château de Sogliano, qu'on nomme le Masso, la formation argilo-gypseuse appartenant à l'étage tortonien se reproduit beaucoup d'endroits (prenant bien des fois aussi l'aspect d'un poudingue à éléments de moyenne grosseur) de la région qui est entre le Savio, la Marecchia et le Conca; c'est elle qui constitue les pittoresques montagnes de Belvédère et de Scorticata, celles de la Perticare, de San-Leo, de San-Marino, cette dernière haute de 767 mètres au-dessus du niveau de la mer. Partout elle présente de nombreuses et puissantes couches de sables endurcis, réunis avec des poudingues, et partout elle recouvre de puissantes assises d'argiles et de marnes argileuses, de calcaire imprégné de soufre, de gypse; généralement marine, puisqu'elle contient des coquilles marines, des dents de Squales et que beaucoup des cailloux calcaires des poudingues qui s'y rencontrent sont perforés par les vers lithophages, elle termine une suite d'alternances de marnes, de sables et d'argiles dont une partie s'est déposée dans la mer et une autre dans une eau saumâtre ou même dans l'eau douce, car par exemple à la minière de soufre de Montevecchio le calcaire imprégné de ce minéral est accompagné de couches de gypse et d'une marne pétrie de *Cypris*, et par-dessus il y a de nouveau de puissantes assises de marnes à coquilles marines, de sables avec traces de lignites, alternances qui se reproduisent beaucoup de fois et qu'on peut observer sur la route de Sogliano à Perticara, passant par Strigara, Montegelli, Rontagnano, le long de laquelle route on voit des couches de ces marnes et de ces sables successivement plus récents immerger vers le S. O., c'est-à-dire vers la chaîne centrale de l'Apennin jusque sous le grand massif des Monti Gransasso et Monte Pincio qui sont au dessus du village de la Perticara, au dessous duquel se fait un changement d'inclinaison dans les couches, puisque les bancs de gypse, de marnes et de calcaire imprégné de soufre qui constituent la partie inférieure de la formation inclinent ici vers le N. E., c'est-à-dire qu'ils s'appuient aux montagnes qui sont

vers la chaîne centrale, laissant presque croire que le banc de calcaire imprégné de soufre qu'on exploite à Montecatini et à Formignano incliné au S.-O. est le même que celui de Perticara et de Marazzano incliné au N.-E., et que ce banc, ployé en forme de fond de bateau, a été recouvert par la grande masse de marnes, de gypses, de sables qu'on traverse en venant de Montecatini à la Perticara, disposition des couches très-fréquente dans toute cette région, où en général les bancs plus anciens de la formation se redressent présentant leurs têtes vers l'Adriatique pour s'incliner d'abord vers la chaîne centrale et se relever ensuite s'appuyant sur celle-ci, de manière que la partie la plus récente de la formation se trouve en général assez éloignée de la côte et presque à un tiers de distance entre celle-ci et le faite de la chaîne centrale. C'est ainsi qu'à San-Marino le massif des sables endurcis qui forme la montagne abrupte, au sommet de laquelle est la ville, présente ses escarpements vers l'Adriatique et l'inclinaison de ses couches vers la chaîne centrale. En effet, si l'on va visiter cette ville en partant de Rimini, c'est-à-dire de l'Adriatique, après avoir quitté les terrains pliocènes récents qui recouvrent les plus belles collines, on traverse des couches de marnes gypseuses avec quelques bancs de calcaire imprégné de soufre, qu'on a tenté d'exploiter à Faetano et à Mongiardino, sur leur prolongation, et arrivant au *Borgo* on voit devant soi la muraille escarpée au sommet de laquelle sont les trois tours de la ville, située sur le versant occidental de cette montagne ; les marnes et argiles plongent sous cette montagne composée de couches très-inclinées vers le S.-O., de poudingue, de calcaire et de sables endurcis caractérisés par un grand nombre de fossiles trouvés au Masso de Sogliano, tels que des dents de *Lamna cuspidata*, Agass., de *Sphærodus cinctus*, Ag., *Oxyrhina xiphodon*, Agass., des *Pecten* et une grande Térébratule qui, quoique ayant deux plis plus marqués qu'à l'ordinaire, pourrait bien n'être qu'une variété de la *Terebratula ampulla*, Brocc.

Que si au contraire on veut aborder la ville du côté du S.-O., c'est-à-dire en venant de San-Leo, on y arrive par des pentes beaucoup plus douces, parce qu'on chemine sur les plans des couches inclinées dans le sens du S.-O., et on retrouve les couches supérieures à un niveau beaucoup plus bas que du côté du N.-E. Dans le fond du ravin, qui coule au pied de la montagne et qui va se jeter dans la Marecchia, on a des marnes et des argiles qui correspondent probablement à celles vues près du Borgo, puis il y a un gros massif, probablement tombé d'en haut, de poudingue et de mollasse, et à côté on retrouve une marne bleuâtre qui paraît bien

la marne subapennine et où j'ai trouvé le *Buccinum corniculum*, Brocc., et des traces d'autres coquilles qui rappellent les marnes du tortonien et du plaisantin et par-dessus un grand banc de poudingue à cailloux parfois percés par les vers lithophages qui rappelle parfaitement les poudingues supérieurs ou alternant avec la formation gypseuse du Tortonais, puis enfin la masse de sables calcaires agglomérés avec dents de Squales, etc., qui forme le haut de la montagne sur laquelle est bâtie la ville et qui fournit une excellente pierre de taille. Partout dans cette région, soit à San-Leo, soit à la Rocca, dans le bas on a les marnes gypseuses et en haut cette masse de poudingue et de sables endurcis, parfois changés en un véritable calcaire. Je n'ai pas encore visité les régions qui s'étendent au sud du pays en question vers Fano et Sinigaglia, mais par ce qui en a été dit par M. Scarabelli et par M. Massolongo et autres géologues, je suis persuadé que les terrains qui y constituent la formation gypseuse sont identiques avec ceux que je viens de décrire et qu'ils appartiennent à cette grande zone du terrain tortonien et plaisantin qu'on peut tracer sur le versant N. de l'Apennin, à commencer des environs de Mondovi jusque et beaucoup plus loin que le pays d'Ancona et qui forme pour moi la partie inférieure du terrain pliocène.

Mais si ce remarquable étage est grandement représenté sur le versant N. de la chaîne qui forme l'épine dorsale de la Péninsule, il ne laisse pas d'être représenté sur le versant méridional de la même chaîne et sur d'autres points du pourtour de la Méditerranée ; et pour me borner d'abord à ce qui regarde l'Italie, je crois qu'il faut rapporter à cet horizon les fréquents lambeaux du terrain tertiaire récent qu'on trouve à presque tous les débouchés des vallées un peu plus considérables qui descendent en Ligurie des Apennins dans la Méditerranée, à commencer des environs de Vintimille, c'est-à-dire de l'embouchure de la Roja jusqu'auprès de Gênes. Partout les lambeaux de marnes surmontées parfois de sables agglutinés, de poudingue ou *panchina*, d'une espèce de calcaire grossier, contiennent une faune remarquable, qui les approche tout à fait de l'étage complexe tortonien et plaisantin. Le bassin d'Albenga entre autres en est un des plus remarquables et des plus étendus ; là, au-dessus des marnes pétries de nombreuses coquilles, dont le catalogue presque complet a été jadis donné par feu le professeur Sassi dans le *Giornale Ligustico*, se développent des bancs de sables calcaires agglutinés, de calcaires grossiers et de poudingue, qui ont une très-grande puissance et qui contiennent, les sables et les calcaires particulièrement, les mêmes

Peignes et la même *Terebratula ampulla* si caractéristique du calcaire à structure grossière qui recouvre les marnes à Castellarcuato et à Moncalvo. De là ce calcaire couronne un plateau élevé de plus de 220 mètres, qui s'étend des environs de Finale au cap Noli. Ici les marnes sont réduites à peu de chose, mais par contre le calcaire, qui parfois est substitué par un poudingue, acquiert une puissance considérable, et il repose en couches presque horizontales, sur les têtes de couches verticales d'un calcaire noirâtre appartenant au lias ou même peut-être à une formation encore plus ancienne. Ce calcaire tertiaire est rempli de Peignes; il est d'une couleur jaune rougeâtre qui donne une teinte chaude et monumentale aux édifices où il est employé comme pierre de taille (portes *della Pila* et *della Lanterna*, à Gênes). Il contient aussi quelques Huîtres, des dents de Squale, et j'y ai vu des traces d'ossements, probablement de Lamantin, comme on en voit dans certains calcaires grossiers ou sables agglutinés des environs de Montpellier qui recouvrent des marnes avec quelques traces de lignites accompagnées des mêmes Cérites que nous avons vues avec les lignites de Sogliano et qu'on retrouve aussi dans les marnes du tortonien, à Santa-Agata et à Sardigliano, près Tortone. Ces restes de la famille des *Sirenoïdes*, trouvés à Montpellier, se retrouvent aussi à Bologne dans les mêmes bancs qui sont sur les couches à Balénoptères et à Dauphins, comme à Castellarcuato. Ces ossements paraissent appartenir au genre *Halytherium*.

Plus vers Gênes, les bassins de *Savone*, d'*Arenzano*, de *Sestri*, de *Gênes*, d'*Albaro*, contiennent beaucoup des fossiles du Plaisantin et sont bien décidément pliocènes, quoique sur la carte de M. Sismonda ils aient été coloriés comme miocènes; il n'y a que la montagne de Portofino, un petit lambeau vers Lerca et Serboasco, près d'Arenzano, et une couche inférieure de poudingue près Albaro, qu'on puisse caractériser comme miocènes. Le reste est pliocène inférieur ou moyen, c'est-à-dire tortonien et plaisantin; à Albaro, outre le *Pecten pleuronectes*, si fréquent dans les marnes de cette époque, il y a plusieurs Térébratules, *Terebratula quadrata*, Riss., *T. truncata*, Riss., *T. soldaniana*, Riss., qui feraient presque rajeunir cet intéressant lambeau de terrain tertiaire, qui est le dernier de cette époque en Ligurie; puisqu'à l'E. de Gênes, ce n'est que lorsqu'on arrive aux limites de la Toscane et à la vallée de l'Arno qu'on peut signaler la présence des terrains pliocènes marins. Il est à remarquer que la formation gypseuse, si fréquente dans les terrains tertiaires pliocènes du versant nord de l'Apennin, ne se montre pas sur son versant

méridional et que c'est en Toscane, où ces terrains atteignent un plus grand développement, qu'il faut aller la chercher.

Dans les vallées du Fino, près Castellino, commencent les formations gypseuses, et elles présentent beaucoup d'analogie par certains fossiles d'eau douce qui les accompagnent, comme les *Cypris*, avec les gypses des Romagnes et avec ceux du Tortonais; plus loin, c'est dans le pays de Volterra que cette formation se développe à peu près avec les mêmes caractères, et près de cette ville elle est recouverte d'abord par une grande masse de marnes avec coquilles du Plaisantin, et supérieurement par des sables agglutinés, par des poudingues ou *panchina* et par des espèces de calcaires qui couronnent à la hauteur de près de 580 mètres la sommité de la colline sur laquelle est la ville et ressemblent tout à fait par leur structure et par certains fossiles aux sables agglutinés et aux calcaires qui couronnent, dans les Romagnes, la formation gypseuse, et à Castellarcuato, à Finole, les marnes du Plaisantin. Ces menus calcaires et sables agglutinés sont aussi très-remarquables près de Montajone, entre la vallée de l'Évola et de l'Orto, et à la hauteur de 370 mètres, où de nombreuses *Phyllites* qu'on y a découvertes présentent, outre les coquilles, un rapprochement de plus avec les sables agglutinés du *Masso de Sogliano*, et entre la flore de cette localité de Montajone et la flore des terrains de Sinigaglia, qui sont bien les terrains gypseux de l'étage tortonien.

Quoiqu'il y ait une différence assez marquée, dans l'état actuel de nos connaissances, entre cette flore de Montajone et la flore d'un autre terrain très-intéressant qui se trouve aux environs de Sienne et qui est très-remarquable à cause des alternances multipliées de couches marines et de couches fluviatiles, je penche cependant à ranger ce dernier aussi, quoique avec un certain doute, dans l'étage tortonien et plaisantin : je veux parler de l'ensemble de marnes, de sables, de poudingues qu'on voit dans la vallée du Bozzone, près de Sienne, et dans les collines mêmes qui supportent cette ville. La flore de cette localité a été décrite par M. le marquis Strozzi et par M. Gaudin, ainsi que celle de Montajone. Et quoique, sur les 11 espèces de la première localité et les 26 de la seconde, c'est-à-dire de Montajone, il n'y ait guère que 3 espèces communes, cependant, comme en les comparant à une autre flore très-remarquable, mais hors d'Italie, à la fameuse flore d'Oeningen, il y a pour celle de Montajone 11 espèces communes et 8 pour celle de Sienne et du Bozzone, je pense qu'au moins il y a une certaine analogie entre ces flores et qu'on est en droit de les regarder comme appartenant à la même période ;

c'est pour cela que je placerais les couches du Bozzone, alternatives de bancs à coquilles marines ou d'eaux saumâtres et de bancs à coquilles fluviatiles, dans l'étage tortonien et plaisantin, ainsi que j'y placerais inférieurement la grande masse de marnes marines qui forme les *crete Sanesi*, et supérieurement, sinon parallèlement, les couches marino-fluviatiles, qui sont sous la ville de Sienne, car je pense qu'elles ne sont que de bien peu supérieures à celles du Bozzone.

On sait que les *crete Sanesi* sont, en certains endroits, très-riches en coquilles ; de celles-ci un assez grand nombre, au moins près d'une centaine d'espèces, d'après l'ouvrage de Brocchi, sont communes avec les terrains des environs de Plaisance ; on peut donc avec raison les ranger dans le sub-étage plaisantin. Or, ces marnes argileuses ou *crete Sanesi*, dénudées à leur sommet de toute autre formation ou terrain, lorsqu'on va vers la ville de Sienne, soit en venant par la route de Rome, soit par celle d'Arezzo, commencent à se recouvrir de certaines couches un peu plus sableuses et diversement colorées, lorsqu'on approche de cette ville et de la vallée de l'Arbio (presque en le remontant et passant de couches plus anciennes à celles plus modernes), et c'est après avoir quitté la masse principale et pour ainsi dire fondamentale de ces marnes marines qu'on commence à retrouver des couches de sables et de poudingues alternantes avec des marnes d'eau douce et lignites et quelques marnes d'origine marine où ont été recueillies (dans le vallon du Bozzone) les plantes décrites par M. Gaudin et par M. le marquis Strozzi, dont un certain nombre sont communes avec la flore d'Oeningen ; or, la liaison de ces couches de sables et marnes alternantes fluvio-marines avec la masse principale des marnes marines est telle qu'on ne pourrait les séparer et en faire deux étages ou horizons distincts, et c'est pour cela que je crois qu'il faut ranger le tout dans le sub-étage plaisantin et non faire remonter ces couches dans une époque plus récente, c'est-à-dire dans l'étage astien. Mais si les couches du Bozzone appartiennent à cet étage plaisantin, il faut en dire autant des couches de marnes, de poudingue, de sables, soit marines, soit fluviatiles, qui par leurs alternances multipliées concourent à former la colline sur laquelle est située la ville même de Sienne ; car il paraît que les couches du Bozzone se reproduisent presque identiques dans les parties inférieures de la colline de Sienne et que seulement ici on a pu constater un plus grand nombre d'alternances, parce qu'il y a une coupe plus complète et que la colline est plus élevée. On peut se convaincre du parallélisme des couches du Bozzone avec celles

situées inférieurement à Sienne en parcourant la route *Chiantigiana*, où en sortant de la ville on trouve toujours dans le bas des trois ravins le *fosso di Malizia*, le *fosso di Bolgione*, le *Bozzone*, les mêmes marnes marines et les alternances fluvio-marines; ces mêmes alternances, au-dessus des marnes marines qui sont près de la porte de Fonte Branda, se retrouvent encore très-marquées dans le ravin qui vient se réunir ou former la *Tressa* en partant des *Lavatoj*, qui sont au-dessous de la *porta di Canzollia*. Je ne m'étendrai pas sûrement à donner les détails de ces coupes, puisqu'après celles qui ont été données ailleurs par M. G. de Mortillet, par M. Capellini et par moi, ce ne serait guère qu'une répétition, et je ne pourrais ajouter que des particularités servant à prouver que les alternances des couches fluviales et marines sont bien plus nombreuses encore qu'on ne le croyait, ce qui ne servirait qu'à démontrer les fréquentes oscillations de niveau sur les bords de la mer, qui occupait alors le pays où sont les *crete Sanesi*, bassin qui devait être bordé alors comme à présent par les montagnes éocènes du Chianti et par les montagnes secondaires du monte Maggio, l'emplacement où se trouve à présent la ville de Sienne ne devant pas être très-loin des bords du bassin, dont le milieu et la partie la plus profonde devait se trouver vers les points où sont plus développées les grandes masses de marnes argileuses ou *mattajone*, qui constituent les *crete Sanesi*.

Du reste je ne me suis un peu étendu sur la description de ces environs de Sienne que pour prouver qu'il y a une très-grande analogie entre ces terrains fluvio-marins et ceux du Tortonais et du pays de Cesena, et qu'ainsi on a un certain droit de le placer dans l'étage complexe du tortonien et du plaisantin. Cela en effet est rendu très-probable, non-seulement par la comparaison de la faune, mais aussi par celle des flores de différentes de ces localités, car un bon nombre de plantes fossiles du Bozzone et du Montajone se retrouvent à Sinigaglia, et Sinigaglia contient beaucoup des plantes fossiles de Stradella et de Guarene qui appartiennent bien à la formation gypseuse du tortonien et qui seulement paraissent être placées un peu inférieurement, mais toujours dans le même étage tortonien plaisantin que les sables alternants avec marnes des environs de Sienne.

La comparaison des flores entre elles nous conduirait aussi, si les plantes recueillies étaient en plus grand nombre, à classer sans aucun doute dans ce même étage la partie inférieure des couches lacustres qui ont rempli le bassin du val d'Arno supérieur, séparé seulement du golfe marin de Sienne et des plages sablon-

neuses alternativement couvertes par les eaux de la mer et par des eaux douces ou saumâtres, par la chaîne de macigno éocène du Chiarti, sur laquelle devaient vivre les plantes dont les feuilles étaient entraînées soit d'un côté vers le lac du val d'Arno, soit de l'autre dans le golfe de Sienne. Mais, quoique ces plantes ne soient pas en très-grand nombre, cependant elles peuvent rendre très-probable le rapprochement des argiles bleues et des *argiles brûlées* lacustres qui occupent la partie inférieure du bassin, avec les couches du Bozzone, et plus avec les couches de Sinigaglia, qui présentent un très-grand nombre de feuilles identiques avec celles du val d'Arno.

Un autre bassin lacustre assez remarquable, qui paraît avoir quelque analogie avec celui du val d'Arno supérieur, se présente dans la vallée de la Magra, supérieurement aux gorges de Santo-Stefano; mais, quoiqu'on puisse hasarder quelque conjecture sur la position géologique de ses couches inférieures qui sont identiquement composées comme celles du val d'Arno, c'est-à-dire d'argiles bleuâtres avec coquilles d'eau douce et terrestres et avec lignites, recouvertes ensuite par des cailloux roulés ou poudingues avec ossements qui paraissent plus récents, cependant on ne peut rien dire de bien précis à leur égard; je soupçonnerais néanmoins que ces couches inférieures sont parallèles à celles inférieures du val d'Arno, c'est-à-dire de l'époque pliocène inférieure, tandis que les cailloux roulés et les couches à ossements d'*Olivola* pourraient être parallèles aux couches moyennes et supérieures de ce même val d'Arno, tandis que les couches lacustres avec lignites du val di Magra inférieur, c'est-à-dire de Sarzanello, de San-Lazzaro, de Caniparola, séparées par les gorges de San-Stefano, du bassin d'Aulla et d'Olivola ou du Val di Magra supérieur, appartiennent, comme je l'ai dit ailleurs, au miocène et très-probablement au miocène inférieur ou étage bormidien.

Je ne pousserai pas plus loin l'examen des terrains qu'on pourrait rapporter à cette époque du tortonien, quoiqu'il soit très-probable qu'on pourrait établir avec de nombreuses localités du pourtour de la Méditerranée, où se montrent des terrains marins tertiaires, des rapprochements tendant à prouver qu'ils appartiennent à l'étage tortonien et plaisantin. Je le croirais par exemple pour plusieurs lambeaux des environs de Montpellier, pour ceux de Nefiac et de Banyuls, dans les Basses-Pyrénées, et pour certains terrains des environs de Malaga; mais cela prolongerait trop cette notice; pour la même raison je négligerai

de faire voir que cette zone du tortonien et du plaisantin du versant nord de l'Apennin a des traces correspondantes au pied méridional des Alpes où, au-dessous de l'énorme masse des terrains postérieurs et particulièrement des terrains erratiques, affleurent à Strambino, à Masserano et à Lessona, au val Duggio, à Induno, près Varèse, des marnes argileuses, des poudingues avec fossiles, qui paraissent indiquer qu'on a ici le terrain tortonien ou plaisantin comme on l'a sur l'autre bord de l'ancien golfe aujourd'hui occupé par la vallée du Pô.

Étage astien.

Les doutes qu'on pouvait avoir sur le classement dans le pliocène des couches de Tortone et de Castellarcuato, dont j'ai fait l'étage *tortonien-plaisantin*, ne se présentent plus lorsqu'on se prend à classer une série de couches marno-sableuses, mais plus particulièrement sableuses, qu'on rencontre en descendant l'Apennin et qui occupent la partie la plus basse de la vallée du Tanaro et qui constituent les basses collines qui bordent le cours de cette rivière et de plusieurs de ses petits affluents dans les environs d'*Asti d'Annone* et de *San-Damiano*, etc. Ces couches constituent pour moi l'étage *astien* qui serait la dernière et la plus récente formation marine qui se fût déposé dans le golfe qui occupait l'emplacement où est actuellement la vallée du Pô et celle du Tanaro, couches assez remarquables par leur composition, par leur horizontalité ou presque horizontalité et par les nombreuses coquilles qu'elles contiennent, comme aussi par l'étendue de pays qu'elles occupent et par les conséquences qu'on peut déduire, pour l'histoire physique de la portion de la terre où elles se trouvent, de l'examen de leur nature minéralogique et de la faune qui les accompagne.

Quoiqu'il soit difficile de tracer précisément les limites de cet étage, c'est-à-dire d'indiquer inférieurement le point où finit le plaisantin et où commence l'astien, et de préciser supérieurement où commence l'étage suivant qui doit appartenir au pleistocène, cependant pour la limite inférieure on peut raisonnablement faire passer la ligne de division un peu au-dessus du calcaire à *Pecten dubius* et à *Terebratula ampulla* que nous avons vu en beaucoup d'endroits couronner le tortonien et le plaisantin, et, quant à la limite supérieure, on peut établir la ligne de division au-dessous de certains lits de cailloux roulés et de sables et au-dessous de nombreuses et assez puissantes assises de marnes à coquilles fluviatiles et

terrestres analogues aux vivantes qu'on rencontre, avec des alluvions et des ossements de pachydermes, dans une partie de l'Astésan et vers le Piémont, supérieurement à la masse marine des sables jaunes. Pourtant les marnes bleuâtres, les marnes sableuses grisâtres et les sables jaunes qui se trouvent au-dessus du calcaire à *Pecten dubius* de Castellarcuato et de *Moncalvo* jusque exclusivement aux alluvions, marnes et sables à coquilles d'eau douce, qui se voient, au-dessus des sables jaunes, vers Villafranca, sur la sommité de quelques collines de l'Astésan et sur le plateau du Piémont, constitueraient pour moi l'étage astien.

Ainsi limité, cet étage est, comme je le disais, essentiellement marin et présente dans sa faune sinon une identité au moins un commencement d'analogie avec la faune actuelle, contenant pourtant encore bon nombre d'espèces éteintes, et pour les vivantes renfermant aussi un assez grand nombre d'espèces qui habitent des mers autres que l'Adriatique et la Méditerranée, caractères qui conviennent bien à une faune pliocène. En effet, sur à peu près 464 espèces d'animaux invertébrés fossiles qu'on a déterrés dans les environs d'Asti, il y en a 274 qu'on peut regarder comme éteintes et 193, c'est-à-dire à peu près 42 pour 100, de vivantes répandues dans les mers actuelles. De ces 193 espèces 113 vivent dans la Méditerranée et l'Adriatique, et de celles-ci 46 se laissent voir aussi dans l'océan Atlantique et les mers qui avoisinent l'Europe, 1 dans la mer Rouge, 2 dans la mer des Indes. Quant aux autres 79 espèces, dont on trouve les analogues dans les dépôts d'Asti, elles ne paraissent pas pénétrer dans la Méditerranée, et de celles-ci 16 ont leur habitat dans les mers d'Europe autres que la Méditerranée et l'Adriatique, 3 sur les côtes marocaines, 3 au Sénégal, 12 dans l'océan Américain, 2 aux Antilles, 1 dans la mer Rouge, 22 dans la mer des Indes, 2 à Nicobar, 1 aux Moluques, 4 à la Nouvelle-Hollande, 1 dans l'océan Atlantique austral, 1 dans l'océan Septentrional, 2 dans les mers d'Angleterre, 1 enfin dans la Mer Baltique.

Cette faune, comme on le voit bien, est loin d'être la faune actuelle; cependant elle montre déjà une certaine tendance à s'en approcher et en même temps elle laisse voir qu'à l'époque où vivaient les êtres dont les dépouilles sont enfouies dans l'étage astien, il régnait dans nos parages un état climatérique sous lequel pouvaient prospérer beaucoup des mollusques qui vivent actuellement dans les mers les plus chaudes, tandis qu'on y trouve à peine une ou deux espèces analogues à celles qui hantent les mers septentrionales. C'est donc une faune de pays chauds et rentrant

pour ainsi dire dans la loi selon laquelle, depuis l'époque éocène, les faunes et les flores, assez d'accord entre elles, semblent prouver que jusqu'aux époques les plus récentes il y a eu successivement dans nos régions une diminution graduelle dans la température tendant à rapprocher peu à peu le climat de ces différentes époques de celui qui règne à présent dans notre Italie et dans les régions plus méridionales de l'Europe qui bordent la Méditerranée, loi qui a beaucoup de preuves en sa faveur, puisque, en remontant des faunes des étages plus récents à celles d'étages plus anciens, on trouve qu'en général celles-ci contiennent successivement et un plus grand nombre d'espèces et un plus grand nombre de formes appartenant aux mers des pays chauds.

D'après le nom que j'ai adopté pour cet étage on voit que c'est particulièrement dans le pays d'Asti qu'il se montre sur une plus grande étendue et avec un plus grand développement; c'est en effet le long du cours du Tanaro et du Borbore et d'autres petits affluents de cette rivière qu'on peut observer des sections où l'on voit à découvert un grand nombre des couches qui le constituent; ainsi à Annone, sur la rive gauche de la rivière comme sur le bord droit, on voit à la partie inférieure des collines une couche de marne sableuse grisâtre, dans laquelle sont de nombreuses petites Corbules, *Corbula gibba*?, des Natices, des *Dentalium* et la *Venus rugosa*; au-dessus il y a un banc de sables jaunâtres assez désagrégés, contenant de nombreux et larges Peignes et des Pectoncles, puis vient en dessus un autre banc également de sables jaunes, mais beaucoup plus agrégés et même en quelques points réunis en nodules de différentes formes et d'une assez grande dureté, contenant des Peignes très-nombreux, la *Panopæa Faujasii*, des *Pinna*, etc.; un banc de même nature, mais contenant aussi un grand nombre d'Huitres presque disposées en bancs, comme au fond de la mer actuelle, se montre à ce niveau en beaucoup de points de la contrée, entre autres dans la vallée de Villafranca allant vers Montafia, où il y a aussi un grand nombre de *Perna*, et dans les collines qui séparent la vallée du Tanaro de celles du Tiglionchio, son affluent, entre Monbercelli et Annone. Au-dessus en suite de ce banc on en voit un autre de marne sableuse jaunâtre et rougeâtre qui appartient très-probablement à un étage plus récent, puisqu'il semble passer à un banc diluvial rougeâtre ou bien à l'étage pleistocène avec un grand nombre de cailloux de quartz, qui couronne la plus grande partie des collines de cette région, et près duquel on a retrouvé dans plusieurs points de l'Astésan de nombreux restes de pachydermes. Le banc de

sables plus ou moins agrégés, avec Peignes et Huîtres, qui paraît presque être le banc supérieur de l'étage astien se représente aussi avec une assez grande puissance en des points assez éloignés de ceux où nous l'avons considéré dans les environs d'Asti ; ainsi, d'un côté, on le voit dans les collines qui sont entre Cambiano et Chieri, vers la *Madonna della Scala*, collines qui, dans leur prolongement occidental vers la fin du vallon de Rovegliasca, vers la *Madonna de Loreto*, laissent voir aussi des bancs de sables grisâtres inférieurs avec coquilles de l'astien, si même il n'y a aussi inférieurement quelques bancs marneux appartenant au plaisantin, comme il y a aussi réellement, remontant un peu ce même vallon, quelques sables un peu serpentineux avec nombreuses Serpules et Huîtres qui sont la continuation des sables serravalliens de Pino, le tout étant réconvert à une hauteur assez considérable par des bancs horizontaux de cette espèce de marne jaunâtre sableuse et de sables marneux avec *Pupa*, *Helix*, etc., analogues aux espèces vivantes, qui constituent probablement une partie d'un terrain plus récent que nous examinerons ensuite. De la même manière ce banc supérieur de sables agrégés de l'astien se montre très-développé près de Cosano et de Vill'Alvernia, dans les environs de Tortone ; près du bourg, en effet, à Vill'Alvernia, il y a une section très-intéressante qui laisse voir dans le bas, au niveau du *Rile* et de la *Scriveria*, d'abord quelques marnes, puis des sables marneux grisâtres très-riches en coquilles, puis quelques sables jaunes, puis le banc sableux agrégé avec bancs d'Huîtres, Peignes, Pernes, etc., qui est recouvert, sur l'espèce de terrasse qui commence au château de ce bourg et qui s'étend bien loin vers les collines bordant le côté droit du cours de la *Scriveria*, par une grande masse de terrains rougeâtres marneux et par des cailloux roulés qui semblent bien former, ou le terrain pleistocène, ou le terrain diluvial de cette région, lequel se continue assez loin même vers l'est, c'est-à-dire vers Volpedo et vers Casteggio, comme il paraît que se continue aussi l'étage astien, qui doit avoir ses représentants dans les sables grisâtres et sables jaunes conchyliifères de Volpedo et dans les sables agrégés avec Peignes et Huîtres de certaines collines à l'est de Tortone et de celles qui sont près de *Castellaro*, dans les environs de *Viguzzolo*.

Il serait trop long d'indiquer tous les points de l'Italie où l'on pourrait soupçonner et même constater l'existence de l'étage astien. Je me bornerai pourtant à citer les collines extérieures du groupe tertiaire de Castellarcuato dans le Plaisantin, c'est-à-dire ces sables grisâtres marneux, et, de plus, ces sables jaunâtres, tantôt

désagrégés, tantôt réunis en nodules, qu'on voit dans les collines qui bordent le cours inférieur du Chero et surtout de la Chiavenna et de l'Ongina, au nord et au nord-est de Castellarcuato, où l'on trouve un grand nombre des coquilles qui abondent dans l'Astésan et où aussi, comme dans la vallée du Tanaro, on voit la partie supérieure de ces sables passer presque ou être immédiatement inférieure à des couches, tantôt marno-sableuses jaunes rougeâtres, tantôt à des couches caillouteuses, où l'on a trouvé des ossements de pachydermes qui, parfois même, à ce qu'on dit, avaient, dans le Plaisantin, quelques Huîtres adhérentes.

Quant au versant méridional ou méditerranéen de l'Apennin, il n'y a pas de doute que l'étage astien n'ait quelques bancs qui le représentent en Toscane, dans les collines sableuses qui sont vers la fin des vallées de l'Era et de l'Evola, par exemple, à la villa Orlandini, où, au milieu de sables jaunes désagrégés, il y a un grand nombre entre autres de *Panopæa Faujasii*, et dans les environs de la fin de ces vallées on voit que les sables jaunes sont surmontés par des couches marno-sableuses, qui doivent appartenir, comme vers la Rolta, au terrain pleistocène, où on a trouvé, à *Montoppoli*, quelques ossements de pachydermes très-probablement appartenant au genre Mastodonte.

En outre, quoique je pense que la plus grande partie des terrains des environs de Sienne appartiennent plutôt au terrain plaisantin et tortonien, cependant je n'oserais affirmer qu'il n'y ait pas, à la partie tout à fait supérieure, quelques bancs qu'on puisse rapporter de préférence à l'étage astien un peu modifié par les circonstances locales, qui semblent indiquer que dans ces parages il y avait, à la fin de l'époque pliocène, une tendance à avoir des oscillations dans le fond de la mer, par lesquelles, tantôt il y avait des parties légèrement submergées et d'autres bien peu émergées et où, par conséquent, on a des dépôts, tantôt absolument marins, tantôt d'estuaires ou mélangés de coquilles marines et de coquilles d'eau saumâtre qui, par le temps, c'est-à-dire dans l'époque qui immédiatement suit l'époque pliocène, devaient devenir de véritables lacs. Ainsi, près de Sienne, à la partie tout à fait supérieure aux sables, il y a un banc à Limnées qui paraît indiquer un véritable dépôt lacustre de l'époque pleistocène, et, non loin de là, entre Celle et Poggibonsi, dans les vallées de l'Elsa et de la Staggia, il y a le fameux dépôt lacustre de travertin et de calcaire à Néritives, Limnées, etc., qui a été d'abord décrit par M. Brongniart et qui repose sur des couches marines, qui paraissent bien pouvoir se rapporter à l'étage astien.

Je pencherais presque aussi à ranger dans cet étage ces bancs remarquables de sables jaunes très-riches en coquilles, qui sont sur la gauche de la Paglia, vis à vis d'Orvieto, là où cette rivière reçoit un gros affluent, l'*Argento*, qui lui apporte les eaux d'une grande partie de la Valdichiana, dont l'autre partie coule vers l'Arno. Ces couches sableuses jaunâtres, et plus encore les marnes et sables grisâtres, sont recouvertes d'un côté de la Paglia, c'est-à-dire sur la rive droite, et à la ville d'Orvieto même, par les bancs puissants de peperino volcanique, qui constitue la plus grande partie du territoire de Bolsene et de Viterbe et qui a été déposé en grande partie dans une grande masse d'eau probablement non salée, après que la mer avait abandonné au moins en grande partie ces parages, c'est-à-dire après le dépôt de l'étage astien; car tout semble indiquer que cette formation de peperino, ou tuf volcanique des environs de Viterbe, appartient à l'époque pleistocène et qu'il appartient à une époque plus récente de l'étage astien.

D'un autre côté, ces sables jaunes astiens du confluent de l'*Argento* et de la Pagla, en remontant la première de ces rivières et en allant vers le territoire d'Arezzo, sont recouverts par des couches encore plus récentes que la partie inférieure du pleistocène, car on voit dans ces couches une grande quantité d'ossements des genres *Equus*, *Bos*, *Cervus*, lesquelles couches palustres recouvrent à leur tour les couches sableuses à *Tetralophodon arvernensis* du val d'Arno supérieur, qui doivent être mises en parallèle avec le pleistocène et qui elles-mêmes recouvrent d'autres couches en parties sableuses, en partie de poudingue à tout petits grains, auxquelles on a donné, dans le val d'Arno supérieur, le nom de *Sansino*, lesquelles couches, surtout pour les Phyllites qu'on y a retrouvées et pour quelques restes de mammifères, paraissent raisonnablement pouvoir être mises en parallèle avec l'étage astien, qui ainsi aurait aussi son représentant dans une partie des dépôts qui successivement venaient combler les différents lacs qui occupaient les vallées longitudinales de l'Apennin, tandis que la mer pliocène battait encore les flancs orientaux et occidentaux de cette chaîne et poussait des golfes entre les anfractuosités de cette chaîne et quelques îlots qui surgissaient au-devant d'elle.

Nous avons dit, au commencement de ce chapitre, que la faune de l'étage astien contient à peu près 42 pour 100 de coquilles analogues à celles qui vivent encore actuellement, en la comparant avec la faune des terrains tertiaires d'une grande partie de la Sicile, ceux de Girgenti, de Castro Giovanni de Syracuse qui a une bien plus grande proportion de coquilles vivantes, puis-

qu'elle arrive à plus de 70 pour 100; on peut en conclure que l'étage astien est un peu plus ancien que les couches tertiaires qui occupent une si grande partie de la Sicile et qui s'élèvent même dans le centre de l'île vers Castro Giovanni à une hauteur considérable; de même, on peut en déduire assez raisonnablement que la mer avait déjà abandonné une très-grande partie de la vallée du Pô, l'emplacement au moins où sont le plateau du Piémont, les collines de l'Astésan, celles du pays de Novi, celles des environs de Plaisance, tandis qu'elle recouvrait encore au moins une grande partie de la Sicile, puisque la plupart des terrains marins qui constituent cette île se sont formés à une époque plus récente, où régnait déjà une faune beaucoup plus rapprochée de l'actuelle que n'est celle dont les restes sont enfouis dans les couches de l'Astésan et que par conséquent la Sicile ne s'est émergée et n'a pris approximativement sa forme actuelle que longtemps après que la haute Italie et même une très-grande partie de la vallée du Pô s'était élevée au-dessus du niveau de la mer.

Étage villafranchien.

Mais si la mer avait abandonné le plateau du Piémont et l'emplacement où sont les collines de l'Astésan, ainsi que celles du pays de Tortone, de Novi et de Plaisance, il n'en est pas de même de certaines masses d'eau douce ou lacs dont on peut reconnaître les dépôts sur le plateau du Piémont, sur plusieurs collines de l'Astésan et vers le pays d'Alexandrie. Ces dépôts appartiendraient à l'époque pleistocène et je serais tenté de nommer l'étage qui correspond à ces dépôts l'*étage villafranchien* du petit bourg de Villafranca, près duquel cette formation, en partie d'eau douce, est assez développée et près duquel on peut étudier les couches qui la constituent dans les escarpements qui bordent le chemin de fer de ce bourg à celui de Saint-Paul situé sur le bord du plateau du Piémont, à la tête de ravins d'érosion, qui descendent dans la vallée de la Traversa, affluent du Tanaro. Cet étage correspond aux *alluvions pliocènes* de M. Gastaldi et c'est dans ces couches qu'on a retrouvé, non loin de Villafranca, de Saint-Paul, de Villanova d'Asti, des squelettes de *Tetralophodon arvernensis*, ainsi que des molaires du *Trilophodon Borsonii* et des mâchoires et molaires de *Loxodon meridionalis* et *antiquus*, comme c'est aussi dans des lambeaux de ces couches, qui passent de la formation marine à la formation d'eau douce pleistocène, et qui, isolément et presque comme des témoins

d'une plus grande étendue et de la continuité de ces dépôts, couvrent les collines de sables grisâtres et de sables jaunes astiens dans plusieurs des contre-forts de l'Astésan, qu'on a déterré en plusieurs endroits, et surtout à Castelnovo Calcea, à Rocchetta-Tanaro, des molaïres du *Tetralophodon arvernensis*, et, à Felizzano, des dents du *Loxodon meridionalis*.

J'ai indiqué ailleurs en peu de mots la suite des couches qui paraissent constituer cet étage villafranchien ; je ne ferai donc que rappeler que dans le bas, près de Villafranca, il paraît commencer par un banc puissant de sables désagrégés, quartzeux, gris et blancs avec de petits lits ocracés jaunâtres, qu'au-dessus il y a un lit de marnes jaunâtres et très-souvent verdâtres, contenant des concrétions calcaires blanchâtres et friables et des petits bancs et nodules aplatis d'un calcaire gris marneux et compacte, que dans ces marnes il y a des Hélix et des Limnées, qu'au-dessus de ces marnes règne un petit lit de sables parfois endurcis et contenant çà et là des plaques d'un poudingue à petit grain, lequel banc est surmonté par des marnes jaunes grisâtres et par des sables fins également jaunâtres, le tout paraissant surmonté par une masse de terrain marno-argileux rougeâtre avec beaucoup de petits cailloux, surtout de quartz, terrain qui est très-répandu sur toute la surface du pays et qui probablement appartient à une époque encore plus récente. Plus loin au nord, vers San Paolo, ainsi que dans la plaine, au-dessus de l'avant-dernier banc, c'est-à-dire au-dessus des marnes jaunes grisâtres et de certains calcaires semi-compactes, qui sont avec ces marnes ou qui leur sont seulement un peu inférieurs, on a des bancs d'une marne argileuse rougeâtre avec des fragments et de petits lits de limonite, qui se trouvent surtout dans une masse de sable qui est immédiatement superposée à cette argile. C'est dans ce banc de sable que M. Gastaldi a déterré, en 1857 ou 1858, un squelette du *Tetralophodon arvernensis* encore mieux conservé que celui qui était déjà au Musée de Turin.

Des coupes presque analogues paraissent se présenter à l'autre extrémité des collines de l'Astésan, c'est-à-dire vers la plaine d'Alexandrie ; ces collines se terminent de ce côté, tant sur l'une que sur l'autre rive du Tanaro, par des ondulations de terrain rougeâtre qui appartiennent très-probablement à l'étage villafranchien ; ainsi à Mazzo, sur la rive droite du Tanaro, où l'on a déterré des restes de proboscidiens, on a, dans le bas, des sables blanchâtres, comme ceux de Villafranca, par-dessus des sables jaunâtres et des parties marneuses, qui parfois, prennent une cou-

leur verdâtre, puis des marnes argileuses et par-dessus, à la surface, des bancs de cailloux roulés. De même sur la rive gauche, entre Fubine et Felizzano, on traverse un pays ondulé où règnent, comme on peut le voir dans les ravins qui le traversent, des marnes argileuses ordinairement rougeâtres, mais parfois aussi grisâtres et un peu sableuses, avec des concrétions calcaires et surtout des petits lits de limonite absolument semblables aux argiles du plateau du Piémont, comme nous les avons vues près de Butigliera. Ces marnes et ces sables ressemblent bien au loess, que je n'oserais pas cependant donner comme appartenant au pleistocène, et il paraît qu'il y a des dépôts de ces marnes sableuses contenant des coquilles terrestres vivantes, *Helix* et *Pupa*, sur des points assez élevés des collines mêmes de Turin, où elles forment ces espèces de terrasses ou parties planes de la colline qu'on voit à *Bovegliasca*, *Cavoretto*, et plus près de Turin, à la *villa Genero* et à *Santa Margherita* et même dans les collines au pied de Superga. Ces dépôts en grands bancs horizontaux, parfois même ne laissant pas voir de stratification, sont ordinairement composés de marnes sableuses et de sables jaunâtres avec d'assez nombreuses coquilles terrestres; ils reposent ordinairement sur les tranches des couches inclinées de molasse et en quelques endroits sur des amas de gros cailloux; on dirait en beaucoup d'endroits que l'érosion des petites vallées leur est postérieure, comme on dirait aussi qu'ils se trouvent à différents niveaux, et, presque, qu'ils forment des terrasses placées à différents étages.

Cette disposition en terrasse, ou, si l'on aime mieux, en un plan légèrement incliné des hautes collines à la plaine et terminé par quelque petit escarpement, que l'on dirait la berge d'anciennes vallées, qui ont été successivement approfondies, se montre aussi dans le terrain pleistocène, probablement étage villafranchien, du pays de Novi, des collines de Tortone et même d'une partie des collines des environs de Voghere. Au sud et au sud-ouest de Novi, à partir des collines de Gavi entre la Scrivia et l'Olba, comme à partir de celles de Carpineto entre l'Olba et la Bormida, on voit un long plan incliné qui arrive jusqu'à la plaine vers laquelle il est borné par un petit escarpement, quoique le terrain rougeâtre qui en partie le compose ainsi que les cailloux roulés continuent encore largement à se montrer sur cette espèce de plateau qui est entre la Bormida et la Scrivia. Ces deux plans inclinés sont composés, dans le bas particulièrement, par une grande masse de cailloux roulés, qui ne présente pas une stratification bien marquée, et au-dessus se trouve une masse puissante d'argile rougeâtre

avec lits de limonite, qui ressemble parfaitement au loess du plateau du Piémont et à celui des environs de Felizzano et d'Alexandrie. Le plateau incliné aussi qui est sur la droite de la Scrivia est identiquement composé par des cailloux roulés, qui reposent sur les sables marins de l'étage astien, lesquels bancs de cailloux sont recouverts par une puissante assise d'argile et de marne argileuse rougeâtre avec traces de limonite. La Scrivia a non-seulement entamé ces couches du pleistocène qui pourrait être aussi le terrain diluvial, mais aussi celles du terrain astien à Vill'Alvernia, comme elle a, près de Serravalle, entamé les couches du villafranchien d'abord, et ensuite les couches du tortonien qu'on voit en bancs inclinés supporter la masse de cailloux roulés et le loess des environs de la ville de Novi. Après cette ville, en tirant au nord, le loess et les cailloux roulés continuent à occuper les petites ondulations qui sont entre Novi et Pozzuoto, et même, surtout le banc de cailloux roulés, occupent toute la plaine de la *Frascheta* vers San Giuliano qu'on dirait presque un petit plateau entre le Tanaro et la Scrivia; mais on ne peut pas absolument affirmer que ces dépôts appartiennent tous à l'étage villafranchien, car ils sont à un niveau un peu différent, et l'on dirait presque qu'ils ont été formés lorsque le petit escarpement qui termine les collines existait déjà. Probablement ce loess et ces cailloux se rattachent-ils à un étage encore plus récent, distingué, en plusieurs endroits de la vallée du Pô, par une faune de mammifères qui tend toujours de plus en plus à se rapprocher de la faune actuelle, s'ils ne font même partie d'un terrain encore plus récent, c'est-à-dire du terrain diluvial.

Cette disposition des derniers terrains des collines subapennines, que nous rapportons à l'étage de Villafranca, c'est-à-dire de former des espèces de terrasses un peu inclinées, peut se suivre tout le long du pied de l'Apennin septentrional, où, à l'exception de quelques endroits où des contre-forts, composés de roches d'une division du pliocène un peu plus ancien, viennent aboutir presque abruptement à la plaine et former des espèces de caps, comme par exemple auprès de Broni, partout on voit les collines descendre doucement vers la plaine et former presque avec elle un tout continu, et étant séparées quelquefois seulement par un petit gradin, qui ressemble souvent à la berge d'une vallée ou bien par quelques petites ondulations qui finissent par se confondre avec elle. C'est ainsi que les terrains rougeâtres, argileux ou caillouteux, supérieurs aux bancs astiens et contenant des restes du *Rhinoceros leptorhinus*, Cuv., des collines des environs de Castel-

larcuato dans le Plaisantin et celles de la vallée de l'Ongina, se confondent par de petites ondulations avec les terrains de la plaine qui en paraissent presque la continuation. De même dans les environs de Reggio, vers *Pajanello* et *Scandiano*, ainsi que vers *Sassuolo*, ces terrains rougeâtres, qu'on voit sur les dernières pentes des collines, viennent se confondre avec une masse très-étendue de marne argileuse de même couleur avec limonite et sables et avec des cailloux roulés, qui couvrent une partie de la plaine et dans laquelle les torrents actuels ont excavé parfois assez profondément leurs lits.

Que si nous laissons le versant N. de l'Apennin et que nous portions nos observations sur son versant méridional et particulièrement en certains points de la Toscane, nous pouvons constater beaucoup de faits analogues, car par exemple dans les collines de sables jaunes astiens qu'on trouve entre l'Evola et l'Era, vers la fin de leur cours, succèdent et sont superposées aux sables jaunes de puissantes masses d'argiles marneuses rougeâtres non marines, et appartenant très-probablement à l'étage villafranchien, que l'Arno coupe à l'endroit appelé la Botta, et qui continuent et se développent sur la rive droite de cette même rivière vers les bassins du lac de *Bientina* et de celui de *Fucecchio*, formant, avec des lambeaux peut-être d'un terrain supérieur, une zone de roches désagrégées au pied des montagnes éocènes de la vallée de Nievole, près de Montecatini et de Pescia, et constituant des collines assez élevées, qui forment une espèce de cap, qui se détache de ces montagnes entre Pescia et Lucca et s'étend de Monte Carlo vers l'Alto Poscio, où il s'abaisse pour se relever vers les collines appelées les Cerbaje, lesquelles séparent le bassin du marais de Fucecchio de celui du lac de Bientina et de la plaine de Lucca. Sur le pourtour de ces bassins je n'ai pu précisément entrevoir de roches rapportables à l'étage astien et autres divisions inférieures de la formation pliocène, mais bien des masses de cailloux roulés, de sables et d'argiles rougeâtres ou grisâtres qui, en les regardant comme la continuation probable des argiles de la Rotta et de Montopoli, où l'on a trouvé les restes d'un Mastodonte, justifient le rapprochement que j'en fais avec le terrain pleistocène et particulièrement avec l'étage villafranchien. C'est ainsi qu'entre Pescia et Borgo à Boggiano les collines de terrain pleistocène qui sont au pied des montagnes de macigno sont formées, dans le bas, par une masse considérable de marnes sableuses bleuâtres qui paraissent composées de très-minces fragments du macigno des montagnes des environs; par-dessus, il y a un banc également horizontal et assez

puissant de marnes argileuses jaunâtres, puis un banc de cailloux roulés de différentes grosseurs, puis enfin une masse puissante de marne argileuse rougeâtre, avec traces de limonite. Ces mêmes couches, avec un ordre un peu moins constant et avec quelques variantes, se montrent aussi dans les hautes collines de Monte Carlo qui, quoiqu'un peu plus élevées, paraissent devoir avoir formé une zone continue avec les collines de Pescia et de Borgo à Boggiano, interrompue postérieurement par l'érosion causée par les nombreux cours d'eau qui descendent des montagnes des environs de Pescia et de Collodi; car je n'ai pu observer que ces dépôts pleistocènes pénètrent en aucune manière dans ces vallées lorsqu'elles s'internent dans les montagnes de macigno, ce qui indique que l'ouverture de ces vallées est probablement postérieure aux dépôts pleistocènes qui, originairement, devaient former un tout continu paraissant s'être formé au fond d'un lac. En général, les matériaux qui les composent proviennent des montagnes immédiates, car aux environs de Pescia et aux pieds des montagnes de macigno, ce sont des cailloux principalement de cette roche qu'on trouve dans ces collines, tandis que vers Monte Carlo, qui s'approche plus des *Monti Pisani*, on trouve mélangés avec le macigno des cailloux du verrucano et du calcaire qui prennent ensuite le dessus dans les détritiques des collines, plus vers le pied des montagnes de Buti et de Calci, comme dans les Cerbaje il y a quelques traces de cailloux provenant de roches pliocènes, qui probablement ont été charriés dans le lac par quelques cours d'eau venant des collines tertiaires des vallées de l'Eva ou de l'Evola, après que ces collines furent émergées de la mer. Les collines de Monte Carlo, qui sont des plus remarquables par leur hauteur parmi celles de la vallée di Nievole et du bassin de Bientina, présentent à la vérité des alternatives un peu irrégulières de bancs de cailloux roulés, d'argiles rougeâtres, d'argiles bigarrées de blanc et de couleur de rouille et de sables jaunes; mais, quoiqu'il y ait du désordre dans leur disposition, on ne peut cependant guère se refuser à voir dans leur ensemble un dépôt lacustre. Ce dépôt est tout à fait semblable à certains dépôts caillouteux qu'on voit dans la vallée de la Magra supérieure, au-dessus des bancs de marne et d'argile avec Hélices et Paludines, qui est sûrement lacustre, et qui lui aussi est pleistocène et appartient probablement à l'étage villafranchien, dépôt qui constitue entre autres plusieurs des petites collines qui avoisinent Pontremoli. Ces dépôts rappellent aussi les bancs du val d'Arno supérieur, qui se trouvent au-dessus du *Sansino*, que nous avons

hasardé de mettre en parallèle de l'étage astien. Or ces bancs, principalement composés de sables marneux jaunes, de cailloux roulés et de gravier de sables jaunes avec lignites, contiennent un grand nombre d'ossements qui sont identiques avec la plupart de ceux qu'on a retrouvés dans les pays de Plaisance, d'Asti et du Piémont dans les couches que nous avons dit appartenir à l'étage villafranchien. En effet, dans ces bancs supérieurs au *Sansino*, on a trouvé dans le val d'Arno, d'après M. le marquis Strozzi, le *Rhinoceros leptorhinus*, Cuvier, le *Rhinoceros hemitechus*, Falc., le *Loxodon meridionalis*, Nesti, le *Trilophodon Bursonii*, Hays, et le *Tetralophodon arvernensis*, Croizet, ossements que nous avons indiqués comme très-fréquents dans l'étage villafranchien du plateau du Piémont et de l'Astésan, ce qui justifie pleinement le rapprochement que nous faisons de ces bancs supérieurs au *Sansino* avec ceux qui, dans les environs de *Villafranca d'Asti*, sont supérieurs aux sables marins de l'étage astien.

Quoiqu'il soit difficile d'établir un rapprochement exact entre deux dépôts, l'un lacustre, l'autre marin, parce qu'il est difficile de démontrer absolument l'identité de leur faune, cependant, je hasarderai de proposer, comme je l'ai fait pressentir, le rapprochement des dépôts lacustres de l'étage nouveau pliocène des environs de *Villafranca* avec ceux marins du centre de la Sicile, c'est-à-dire ceux de *Castro-Giovanni*, de *Girgenti* et de *Syracuse*. Nous avons vu que ces dépôts de la Sicile contiennent plus de 70 pour 100 de coquilles actuellement vivantes, et que pourtant ils se formaient à une époque plus récente que les dépôts de l'étage astien, qui n'en contiennent que 42 pour 100. Nous avons vu aussi que l'étage de *Villafranca*, immédiatement supérieur à l'astien, contenait, outre la faune mammifère, un certain nombre de coquilles terrestres et d'eau douce analogues aux coquilles vivantes; il est donc assez raisonnable de penser que l'époque dans laquelle se déposaient les formations siciliennes et celle dans laquelle la plus grande partie de la haute Italie et de la Toscane était émergée de la mer et recouverte de lacs, et dans laquelle se déposaient dans ces lacs les couches à *Tetralophodon arvernensis*, ne sont pas deux époques bien éloignées l'une de l'autre, et que pourtant le rapprochement que j'ai fait peut avoir quelque probabilité.

Je proposerais aussi, quoique avec une certaine hésitation, un autre rapprochement entre l'étage villafranchien et les dépôts de tuf et de peperino volcaniques, qui se déposaient au sein des eaux et au-dessus des sables jaunes et cailloux rapportables à

l'astien dans le pays de Viterbe et dans la campagne de Rome, dépôts qu'on sait superposés et liés avec des bancs de cailloux roulés et sables contenant des ossements de mammifères, et produits par de nombreuses bouches volcaniques, d'abord submergées et puis sub-aériennes, qui ont recouvert de laves et de matières ponceuses et amphigéniques, étendues en lits au fond probablement d'un lac, toute la région qui s'étend entre le cours de la Fiora, celui de la Paglia et celui du Tibre jusqu'à Rome. Il est certain que ces dépôts et les éruptions qui les ont produits sont postérieurs aux sables jaunes marins du pays d'Orvieto rapportables à l'astien. On sait que le banc de cailloux roulés qui leur est immédiatement inférieur et qui se lie avec ces dépôts volcaniques contient des ossements de mammifères; on sait que près de Viterbe le tuf volcanique en contient aussi; il est donc très-probable que ces dépôts se sont formés pendant que dans la vallée du Pô, dans celle de l'Arno et dans le bassin de la vallée de Nievole, se déposaient au sein des lacs les couches à coquilles terrestres et lacustres et avec ossements de *Tetralophodon arvernensis* et autres proboscidiens que nous avons trouvés dans les bancs lacustres que nous avons rapportés à l'étage villafranchien, et cela est d'autant plus probable que, lorsque est survenue une faune nouvelle beaucoup plus rapprochée de l'actuelle que nous aurons occasion d'examiner ci-après, soit sur une partie du plateau du Piémont, soit dans la vallée du Pô, soit dans le pays d'Arezzo, ces dépôts de tuf et de peperino étaient déjà ravinés, et les vallées du Tibre et de plusieurs de ses affluents excavées, puisque c'est seulement dans les dépôts formés au fond de ces vallées ou bien dans quelques petits lambeaux de terrain recouvrant les peperino et les tufs qu'on trouve les ossements d'animaux appartenant à cette dernière faune plus récente, mêlés, comme l'a très-bien fait observer le professeur Ponzi, avec des ossements roulés appartenant à la faune précédente, celle des cailloux roulés supérieurs à l'astien et des peperino, d'où ils ont été détachés ensemble avec des roches volcaniques. Et pourtant les bancs de peperino et de tuf volcanique du pays de Piligliano, Viterbe et de la campagne de Rome, sont postérieurs à l'étage astien et antérieurs à l'époque de la faune du pays d'Arezzo dont nous allons nous occuper, et appartiennent avec beaucoup de vraisemblance à l'étage villafranchien, comme je l'avais déjà presque indiqué en parlant des couches de l'étage astien que je disais être inférieures à ces peperino et par conséquent antérieures à l'époque dans laquelle l'action volcanique avait com-

mencé à se manifester en Toscane, dans le Viterbois et dans la campagne de Rome.

Étage arénéen.

M'étant proposé de donner de préférence aux subdivisions des terrains tertiaires ou étages que je veux établir des noms tirés de pays situés dans les versants de l'Apennin septentrional, où ces étages se montrent avec un certain développement, j'appellerai étage *arénéen*, du bourg d'Arena sur le Pô, non loin de Stradella, cette subdivision du terrain post-pliocène dont je vais m'occuper, quoique j'eusse pu prendre pour son type un ensemble de couches avec une faune de cette époque plus nombreuse qu'on trouve dans les environs d'Arezzo et qui couronne ou surmonte les couches pleistocènes qui s'étendent non loin de là. Cet étage, tel qu'il est caractérisé dans les environs du bourg d'Arena, se compose de couches de cailloux roulés, de graviers, de sables et de marnes argileuses ou sableuses, qui constituent des petits monticules ou ondulations de terrain que le chemin de fer a coupés, entre Stradella et Castel S. Giovanni, et dans l'érosion desquels le Pô a détaché des ossements et particulièrement des têtes de *Cervus euryceros* et de *Bos urus*. Ces collines de bien peu d'élévation s'étendent, soit au pied des collines pliocènes, soit au pied même de certains terrains rapportables à l'étage villafranchien, qu'ailleurs, comme sur le plateau du Piémont où l'on a déterré, entre Carignano et Moncalieri, des dents de l'*Elephas primigenius*, les couches de cet étage arénéen recouvrent quelque peu, à moins qu'elles ne soient placées à côté, dans quelque espèce de bas-fond, où ces derniers dépôts, qui sont des dépôts palustres, se sont plus récemment formés. C'est dans ces dépôts de l'étage arénéen composés d'argile, de marne, de calcaire grossier, constituant le véritable fond d'un marais, qu'au milieu des restes de ruminants, de solipèdes, de rongeurs, on a trouvé, près de Ferrere d'Asti, d'après l'excellent ouvrage de M. Gastaldi, la tête d'un *Arctomys*, semblable à celui des Alpes.

Des ossements que je crois semblables, quoique je ne puisse pas l'assurer, parce que je ne les ai pas vus, des ossements, c'est-à-dire de ruminants et de solipèdes, ont été trouvés aussi non loin de Casteggio, sur la pente extrême des collines où, au-dessus de bancs appartenant à l'époque pliocène, on a une coupe où se présentent cinq alternances au moins de bancs un peu irréguliers

de poudingue ou gravier et de sables surmontés par une masse de marne ou argile rougeâtre. Ces ossements ont été déposés au Musée de Pavie, et ayant prié dernièrement le professeur Balsamo-Crivelli de me donner quelques renseignements sur eux, il a eu la bonté de me faire savoir que les ossements recueillis dans la coupe dont je viens de parler, que l'on nomme la colline de la *California*, appartenaient, les uns à des fragments de défenses d'un jeune Éléphant, les autres étaient l'humérus droit avec son condyle du *Bos priscus*, Boj., laquelle détermination vient tout à fait à l'appui de l'opinion que j'ai émise, que ces alternances de graviers et de sables, reposant sur des couches de sables agrégés un peu inclinées et contenant des coquilles marines qui doivent appartenir à l'époque pliocène, font bien partie de l'étage arénéen, qu'on voit s'étendre assez dans ces environs de Casteggio. Mais ce qu'il y a de plus intéressant dans la communication qui m'a été faite par M. le professeur Balsamo-Crivelli, c'est la rencontre qu'on a faite tout près de ce même bourg, dans l'excavation de la route de Casteggio à Montalto, de plusieurs ossements appartenant au genre Rhinocéros. Ces ossements consistent en l'occiput, les os frontaux et plusieurs dents, et M. le professeur Crivelli croit qu'ils appartiennent au *Rhinoceros incisivus*, Cuv., non Kaup. Ces ossements auraient été déterrés dans une argile verdâtre avec quelques grains de serpentine contenue entre des graviers et des sables, ce qui semblerait presque indiquer qu'ils n'étaient pas dans un terrain tout à fait identique avec celui où l'on a trouvé le *Bos priscus* et les restes du jeune Éléphant, car ces derniers ossements ont été trouvés dans un banc de gravier où il y a bien quelques cailloux serpentineux, mais où ce sont les cailloux calcaires et psammitiques qui prédominent. Mais si les restes du *Rhinoceros incisivus*, Cuv., peuvent peut-être ne pas se rapporter à l'étage arénéen, je crois qu'il est très-probable au contraire qu'on doit reconnaître, comme appartenant à cet étage une dent de l'*Ursus spelæus* que le même professeur Crivelli a eu le bonheur de déterrer au moment où l'on creusait une cave dans ce même bourg de Casteggio, ainsi que peut-être une singulière vertèbre trouvée dans les graviers du Pô et que ce même professeur croit appartenir à un reptile, que, dans une notice par lui publiée sur la province de Pavie, il a nommé *Eridanosaurus Brambillæ*. C'est dans cette notice publiée très-récemment, que j'ai pu recueillir les connaissances qui me manquaient absolument sur les fossiles de Casteggio, fossiles dont plusieurs paraissent bien appartenir à une époque un peu plus récente que celle de l'étage

à *Tetralophodon arvernensis* du plateau du Piémont, et qui ont aussi été trouvés non-seulement entre Pontalbera et Borgo-d'Arena, d'où j'ai tiré le nom d'étage arénéen, mais aussi en plusieurs points de l'Astésan, où ils sont réunis avec différentes espèces de *Cervus* et de *Bos* et même avec un *Equus*.

Il paraît aussi qu'une faune, presque analogue à celle que nous venons d'indiquer, a été trouvée sur le versant méridional de l'Apennin, dans la vallée de la Magra supérieure, à Olivola, où l'on voit des couches assez puissantes contenant de nombreux ossements de ruminants, etc., recouvrir les marnes verdâtres avec coquilles lacustres qui occupent une grande partie de cette vallée et dont j'ai cru pouvoir rapporter les couches supérieures à l'étage villafranchien; pourtant on peut croire avec une certaine probabilité que l'étage arénéen est représenté en quelques endroits de cette vallée de la Magra supérieure.

Mais le point où certainement il est assez développé et où il présente une faune assez nombreuse qui contient plusieurs des espèces du Borgo d'Arena, c'est le voisinage de la ville d'Arezzo et de la vallée di Chiana. Ici, au-dessous des alluvions récentes dont est formée la surface, on trouve une suite de dépôts d'eau douce avec beaucoup de tourbe, dans lesquels, selon M. le professeur Savi, on a rencontré le *Bos primigenius*, Boj., *B. priscus*, Schl., *Cervus euryceros*, Ald., *Elephas primigenius*, Blum., *E. africanus*, L., *E. armenianus*, Falc., *Rhinoceros megarhinus*, Christ., *Equus gigas*, Giul. Ces espèces se voient aussi, comme nous l'avons observé, en partie dans l'Astésan, en partie à Borgo-d'Arena, le long du Pô, dans des couches qui reposent, comme dans la vallée di Chiana, médiatement ou immédiatement sur des dépôts pliocènes marins, ce qui justifie le parallélisme que je viens d'établir entre ces dépôts du pays d'Arezzo et l'étage arénéen que j'ai indiqué dans la vallée du Pô.

J'aurais désiré pouvoir indiquer avec précision la couche qui dans le bassin du val d'Arno supérieur, si proche du pays d'Arezzo, correspond avec la partie supérieure des terrains de ce dernier pays où ont été trouvés les restes de ruminants et de solipèdes, etc., qui caractérisent l'étage arénéen; mais cela m'est impossible, puisque, si je consulte le tableau présenté par M. le marquis Strozzi des couches du val d'Arno, je trouve que le banc, où il y aurait une faune plus analogue, sinon identique, à la faune d'Arezzo ou de Borgo d'Arena, serait le banc E de sables marneux jaunes inférieurs au Sansino, que nous avons cru pouvoir mettre, suivant l'ordre de la stratification, en parallèle avec l'étage

astien, ou tout au plus avec le villafranchien. Or, c'est dans ce banc de sables marneux jaunes que selon M. Strozzi se trouvent les restes de *Bos*, *Equus*, *Cervus*, *Sus*, *Tapirus*, *Ursus*, *Felis*, *Hyæna*, qui indiquent une faune récente et analogue à celle de l'étage arénéen ou du pays d'Arezzo, tandis que le *Tetralophodon arvernensis* et le *Trilophodon Borsonii*, qui appartiennent à une faune un peu plus ancienne, se trouveraient dans des couches supérieures au Sansino, qui les séparerait inférieurement des couches à restes de ruminants et de solipèdes. Cela me fait soupçonner, ou que cette faune comparativement récente occupe, dans les sables marneux jaunes crus inférieurs au Sansino, quelque fente où les restes des animaux sont venus à tomber postérieurement, ou bien que les sables marneux jaunes indiqués comme inférieurs au Sansino ne le sont qu'en apparence et qu'ils occupent bien un niveau inférieur, mais parce qu'ils sont seulement juxtaposés au Sansino, et ont été déposés dans la vallée après l'érosion non-seulement du Sansino, mais des couches qui lui sont supérieures. Ces sables marneux jaunes seraient justement, par rapport à leur position au Sansino, comme les graviers de la vallée du Tibre à ossements d'une faune récente et contenant des cailloux roulés, volcaniques, se trouvent par rapport au peperino et aux graviers anciens avec restes de proboscidiens, c'est-à-dire dans les vallées produites par l'érosion des couches plus anciennes.

Si la chose était réellement ainsi, l'anomalie qui semblerait se présenter dans la succession des faunes du val d'Arno supérieur disparaîtrait, et cette faune de ruminants du val d'Arno serait bien dans la même position géologique par rapport à son âge que celle du pays d'Arezzo et de la vallée du Pô, c'est-à-dire qu'elle appartiendrait bien à l'étage arénéen, auquel on pourrait aussi rapporter les bancs de la vallée du Tibre placés à côté des escarpements du peperino et contenant des restes d'une faune récente analogue à celle d'Arezzo, des cailloux roulés en partie de roches volcaniques et des ossements plus roulés et détachés des bancs de peperino ou des conglomérats qui lui sont inférieurs et que nous avons vu pouvoir se rapporter à l'étage villafranchien, ou à la partie tout à fait supérieure de l'astien.

Si, après avoir examiné la faune des couches palustres et caillouteuses et tourbeuses, soit du plateau du Piémont et de la vallée du Pô, ainsi que du pays d'Arezzo, que nous avons rapportée à l'étage arénéen, on la compare avec la faune des nombreuses cavernes à ossements et brèches osseuses répandues en beaucoup d'endroits de l'Italie, on trouvera qu'il y a entre elles une très-

grande analogie, et pourtant on pourra en conclure qu'à l'époque où se formait l'étage arénéen et pendant laquelle vivaient les animaux que nous y avons rencontrés, des ossements d'animaux analogues étaient charriés, soit dans les cavernes, soit dans les fentes des rochers pour y former les brèches osseuses, et que pourtant le remplissage de ces cavernes est synchrone ou de bien peu postérieur au dépôt de l'étage arénéen.

Je voudrais également pouvoir établir le synchronisme avec cet étage de certaines couches relativement récentes, qu'on voit en certains endroits, soit de la Sicile, soit des plages de la Méditerranée, entre Civita-Vecchia et l'embouchure de la Fiora ; mais ce rapprochement est assez problématique, parce qu'ici les restes organiques qu'on y rencontre n'appartiennent qu'à la faune mollusque marine qu'il est impossible de comparer avec la faune mammifère ; cependant si on réfléchit que les coquilles qu'on rencontre soit dans les couches de la base de l'Etna, soit dans les couches du pont de l'Arone, près de Corneto, sont presque absolument identiques avec celles qui vivent actuellement près des mêmes côtes de la Méditerranée, que ces couches contiennent (celles du pont de l'Arone) des cailloux roulés de roches volcaniques du haut pays de Viterbe et de la campagne de Rome, comme les graviers de la vallée du Tibre à ossements de la faune d'Arezzo, que d'ailleurs ces bancs sont placés aux pieds d'espèces de falaises ou escarpements de peperino ou de conglomérat tertiaire auxquels ils sont postérieurs, il y aura quelque probabilité pour croire que ces couches de l'Arone et de la base de l'Etna se sont déposées et ont été ensuite soulevées, pendant que sur la terre ferme vivaient les animaux dont nous avons observé les restes dans les couches du pays d'Arezzo et dans celles des environs du Borgo-d'Arena, c'est-à-dire dans l'étage arénéen ; et pourtant on pourra croire qu'elles appartiennent à la même époque.

Il serait peut-être opportun de discuter ici la question si l'homme a été réellement contemporain et a habité l'Italie avec les animaux qui composent la faune de l'étage arénéen, et particulièrement avec l'*Elephas primigenius*, l'*Ursus spelæus*, le *Felis spelæus*, etc., dont on trouve des restes bien fréquents dans quelques dépôts stratifiés et plus encore dans les cavernes et les brèches osseuses. Mais quoique, d'un côté, il n'y ait pas de doute que des produits de l'industrie humaine, surtout de l'époque de pierre, se trouvent, assez souvent, mêlés dans les brèches osseuses et les cavernes de beaucoup de localités de l'Italie avec les ossements des espèces éteintes, de l'autre il n'est pas bien constaté qu'on ait

trouvé dans cette région des restes humains dans les couches stratifiées et non remaniées de l'époque de la faune d'Arezzo, si ce n'est dans quelques bancs marins soulevés de la Sardaigne qui pouvaient être plus récents. Pourtant la question est bien compliquée, et il est si difficile de discuter toutes les circonstances locales qui peuvent ôter ou faire naître le doute que ces témoins de l'existence de l'homme soient venus après coup se mêler aux restes des animaux éteints, que je crois devoir mettre de côté cette question, d'autant plus que son examen allongerait de beaucoup cette trop longue note, et je me contenterai, avant de terminer, de parler brièvement des dépôts de l'époque glaciaire ou erratique, qui sont les derniers qui ont apporté des changements notables dans la disposition de nos contrées et surtout des régions qui s'étendent du pied des Alpes à la rive gauche du Pô.

Je penserais presque que quant à cet horizon plus récent, c'est-à-dire à celui de l'époque glaciaire, on pourrait distinguer trois différentes espèces de dépôts : un dépôt de petits cailloux et d'argiles ou marnes, qui serait le *diluvium*, un dépôt de gros blocs et cailloux, qui serait le véritable dépôt *erratique*, et un dépôt encore plus superficiel et d'une grande étendue composé en la plus grande partie d'une argile rougeâtre très-tenace et quelquefois un peu sableuse, lequel serait le *loess* ou le *lehm*. Malgré cependant la différente nature de ces dépôts et des terrains qui les composent, je ne crois pas qu'on ait des raisons suffisantes pour pouvoir les séparer et penser qu'ils appartiennent à des époques éloignées entre elles. Probablement ces différents dépôts dépendent de différentes phases d'un même phénomène, de la plus ou moins grande distance de l'endroit où on les observe, du point où se montraient les grands glaciers, qui, soit par leur progression dans les grandes vallées des Alpes, soit par leur maximum d'étendue au débouché de ces mêmes vallées, soit par leur marche rétrograde vers l'état actuel, ont donné lieu d'abord à de forts torrents boueux et caillouteux, qui ont répandu leurs dépôts sur de très-grandes surfaces et constitué le terrain appelé *diluvium*, puis par leur avancement ont amoncelé à leurs extrémités vers les plaines ces grandes masses de blocs et de cailloux qui forment le terrain *erratique* et qui constituaient leur moraine terminale, puis enfin lorsqu'ils commencèrent à rétrograder donnèrent lieu de nouveau, par la fonte des glaces, à de forts torrents qui ravinèrent les dépôts précédents et en emportèrent les parties les plus ténues à de très-grandes distances, répandant les produits de ces érosions soit sur les moraines terminales qu'ils déchirèrent, les étendant pour

cela sur les dépôts erratiques, soit sur le *diluvium* qui, passant dessous les moraines, s'étendait plus au loin que les masses des grands blocs, et formant ces grands dépôts d'argile jaune rougeâtre si répandus sur les collines et dans la vallée du Pô, auxquels nous croyons pouvoir donner le nom de *loess* ou de *lehm* à cause de leur analogie de composition avec des dépôts très-répandus dans la vallée du Rhin, auxquels on donne en Allemagne ces noms de *loess* ou de *lehm*. De cette manière les trois dépôts dont nous venons de parler correspondraient au commencement, au maximum et à la fin de l'époque glaciaire, époque qui survenue après la faune de l'étage arénéen a donné lieu pendant sa durée à la formation de ces terrains plus superficiels, qui sont les plus récents et qui ont complété la physionomie qu'ont actuellement les régions qui bordent surtout le côté gauche de la vallée du Pô.

Ces idées sur la presque contemporanéité des trois dépôts dont nous venons de parler, ou pour mieux dire l'opinion que ces dépôts sont la conséquence de différentes phases d'un même phénomène qui s'est montré dans nos contrées à l'époque où les glaciers des Alpes ont pris d'abord un grand développement et puis ont suivi une marche rétrograde pour arriver à leur état actuel, cette opinion, dis-je, est partagée par les géologues du Piémont qui ont le plus étudié ces dépôts, M. Gastaldi, par exemple, qui, dans son mémoire *sur les éléments qui composent les conglomérats miocènes du Piémont*, a parlé aussi des masses de blocs et de cailloux si remarquables aux débouchés des grandes vallées des Alpes et a rattaché à ces masses d'abord le terrain de *diluvium* qui leur est inférieur, et ensuite le terrain du *lehm*, qui près des débouchés des Alpes recouvre les moraines et plus loin recouvre immédiatement le *diluvium* se confondant presque avec lui. Cette disposition, du reste, du *diluvium* et du *loess* fait qu'on ne peut guère indiquer avec précision leurs limites et leur position géographique. Il est certain cependant que le *lehm* recouvre une bonne partie du plateau du Piémont et qu'il occupe même un niveau assez élevé formant des espèces de terrasses sur une partie de la colline de Turin, où il acquiert même une assez grande puissance, comme à Rovegliasca, à Cavoretto et même près de Chieri, car les argiles rougeâtres, que j'ai indiquées dans ces localités comme pouvant appartenir à une époque un peu plus ancienne, doivent plus probablement être rapportées à cette dernière phase de l'époque glaciaire qui a eu probablement une assez longue durée et pendant laquelle peut s'être effectuée l'érosion d'une grande portion des vallées qui sillonnent les collines et le plateau du pied des Alpes. Je ne m'arrêterai pas à indiquer, après ce



Note de M. L. Vaillant

Fig. 1

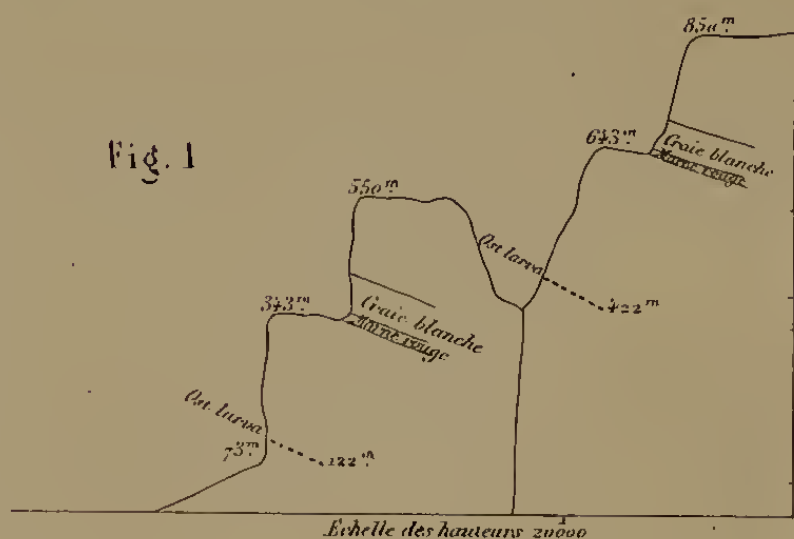
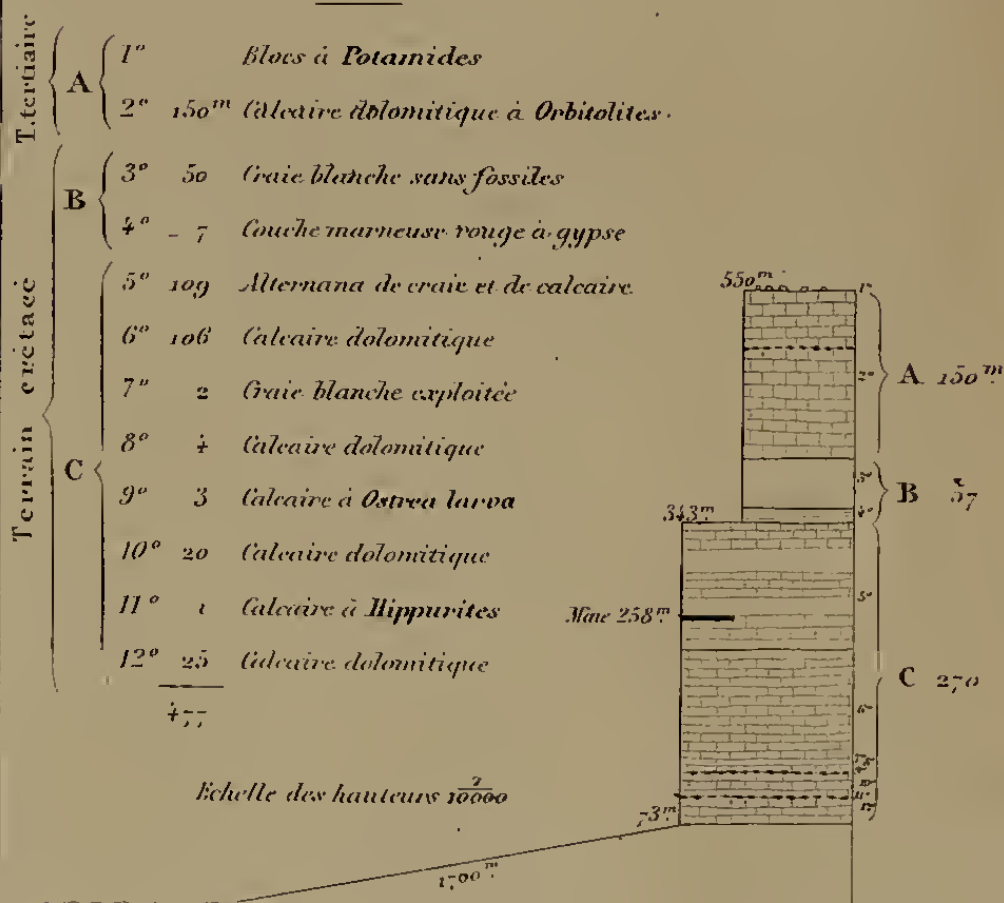


Fig. 2

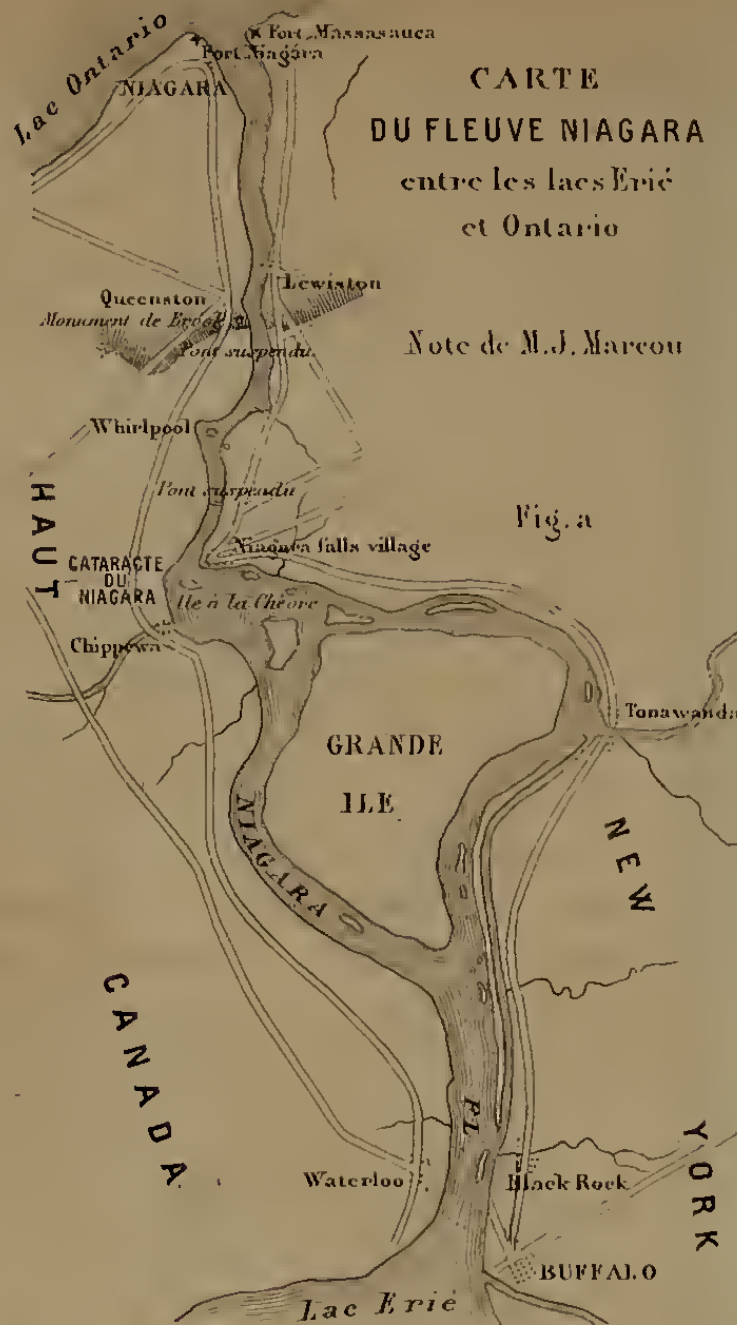
Nature des couches



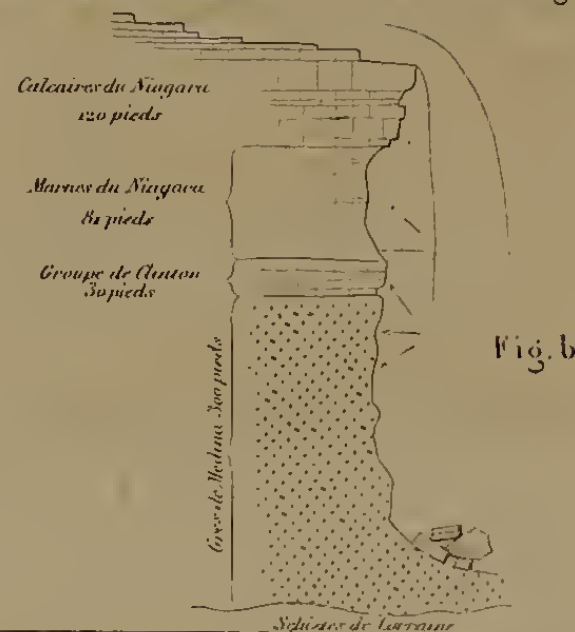
CARTE
DU FLEUVE NIAGARA
entre les lacs Érié
et Ontario

Note de M. J. Marcou

Fig. a



Coupe de la chute canadienne des cataractes du Niagara



que je viens de dire, les localités où se trouvent le *diluvium*, l'*erratique* et le *lehm*, parce que ce serait une trop longue digression, le but de cette note ayant été principalement d'indiquer les subdivisions qu'on pouvait établir dans les terrains tertiaires et non pas dans les quaternaires ou les plus récents, mais j'ai voulu dire un mot même de ces derniers pour indiquer qu'il y a pour ainsi dire un passage entre les différentes époques de la période tertiaire et le commencement de l'époque quaternaire. Il conviendrait même pour achever le tableau des terrains plus récents de l'Italie; particulièrement de la vallée du Pô, de décrire aussi les alluvions et les formations plus récentes, comme serait la formation de la tourbe, comme seraient certains dépôts pré-historiques, lesquels décèlent la présence de l'homme; mais cela nous conduirait trop loin. Je mets donc fin à cette longue note en disant que quoique il y ait un passage entre les différentes périodes tertiaires, cependant on peut encore établir quelques subdivisions assez marquées dans ces terrains, subdivisions qui correspondent à quelque modification dans l'état physique de nos contrées ainsi qu'à quelque changement successif dans la faune de ces mêmes pays, faune qui a fourni ses éléments aux différents étages de terrains que nous avons examinés.

M. L. Vaillant communique à la Société les observations suivantes :

Observations sur la constitution géologique de quelques terrains aux environs de Suez; par M. le docteur Léon Vaillant (Pl. II, fig. 1 et 2).

Pendant un séjour de quelques mois à Suez, au commencement de l'année dernière, j'ai cherché, bien qu'occupé plus spécialement d'autres études relatives aux sciences naturelles, à rassembler quelques observations géologiques sur les pays environnants, observations dont je désirerais entretenir la Société. A une époque où les communications avec ce pays sont relativement devenues aussi faciles qu'elles le sont aujourd'hui, les notions qui pourront résulter de ces recherches, quelque incomplètes qu'elles soient, permettraient peut-être de donner aux voyageurs des indications plus précises sur ce que l'on peut avoir à désirer dans ces régions.

Tous les terrains qui forment les rives de la baie de Suez paraissent émergés récemment; le sable y présente d'ordinaire un

aspect finement oolithique ; les coquilles qu'il contient sont celles de la mer actuelle ; les récifs qu'on y rencontre résultent soit de l'endurcissement des rivages qui paraît se faire avec une très-grande rapidité, soit de bancs de madrépores, mais non de roches plus anciennes formant des pointements. Des deux côtés de la rade, à l'est et à l'ouest, existent des montagnes assez rapprochées sur la rive égyptienne : ce sont les monts de l'Attaka, beaucoup plus éloignées sur la rive d'Arabie ; c'est le commencement des contre-forts du Sinäï. Au nord, dans l'intérieur des terres, sont les monts Awebet et Geneffé, paraissant s'appuyer sur l'Attaka et appartenant encore à l'Égypte ; c'est à l'est de ces montagnes, c'est-à-dire entre elles et les montagnes de l'Arabie, que doit passer le canal des deux mers et que coule actuellement le canal d'eau douce.

Les observations dont je vais avoir à parler se rapportent aux monts Attaka, à quelques terrains examinés près de Suez même, enfin à ce que j'ai pu voir sur des coupes exécutées pour les travaux du canal maritime.

Les monts Attaka forment un massif dirigé du N.-N.-O. au S.-S.-E. ; la longueur de la chaîne peut être évaluée à environ 30 kilomètres ; elle vient se terminer au cap Attaka ou Râz-el-Adabieh qui limite au S.-O. la baie de Suez. Le versant sud, assez doucement incliné, forme l'un des côtés de la vallée de Moïse, *Wâdi Mousa*, appelée aussi vallée de l'Égarement. Vers Suez, au contraire, c'est-à-dire du côté nord, la montagne est taillée à pic comme le serait une falaise et l'on peut en effet admettre qu'à une certaine époque la mer venant battre contre le pied de ces élévations a pu être la cause réelle de la forme qu'on leur voit aujourd'hui. L'élévation maximum de ces montagnes est de 950 mètres, d'après ce que m'ont assuré différents ingénieurs.

A environ 12 kilomètres de Suez, en un point qui correspond à peu près au milieu de la distance qui sépare cette ville du cap Attaka, existe une carrière exploitée par M. Dussault pour la construction d'un bassin de radoub que la compagnie maritime des messageries impériales fait exécuter pour S. A. le vice-roi. J'ai pu, à quatre reprises différentes, aller visiter ces travaux, et grâce à l'obligeance des employés et des ouvriers de l'exploitation ainsi qu'à l'aide qu'a bien voulu me prêter M. Stœcklin, ingénieurs des ponts et chaussées, dans une ascension que nous avons exécutée ensemble sur un des points élevés de ces montagnes, la

coupe que je présente ici, de la face nord de l'Attaka à la carrière de M. Dussault, peut être regardée comme donnant très-exactement un certain nombre de niveaux (voy. fig. 2).

Le plancher de la carrière, situé à 1700 mètres du rivage, est élevé de 73 mètres au-dessus du niveau de la mer; le terrain descend à partir de là jusqu'à la rade par une pente assez régulière pour que l'établissement d'une voie ferrée destinée à transporter les matériaux au port d'embarquement ait été aussi simple que possible. Au-dessus la montagne s'élève à peu près à pic jusqu'à une altitude de 550 mètres où se trouve en ce point le plateau le plus élevé. Les couches comprises dans cette épaisseur de 477 mètres, sont les suivantes en procédant de haut en bas :

A	{	1°	Calcaire dolomitique à Potamides et à Cérithes lacustres (au sommet dans des blocs isolés).
		2° 150 ^m .	Calcaire dolomitique très-dur, compacte, présentant à 50 mètres du sommet une couche très-fossilière.
B	{	3° 50 ^m .	Craie blanche, tendre, tachant les doigts, sans fossiles.
		4° 7 ^m .	Couche marneuse, rouge, avec des cristaux de gypse parfois en lits réguliers.
C	{	5° 109 ^m .	Alternances nombreuses de couches de craie blanche tendre et de calcaire dolomitique dur.
		6° 406 ^m .	Couches épaisses de calcaire dolomitique.
		7° 2 ^m .	Craie blanche, tendre, exploitée comme pierre à chaux.
		8° 4 ^m .	Calcaire dolomitique dur.
		9° 3 ^m .	Couche de calcaire dolomitique fossilifère.
		10° 20 ^m .	Calcaire dolomitique dur.
		11° 1 ^m .	Calcaire dolomitique fossilifère.
		12° 23 ^m .	Calcaire dolomitique dur.
		477 ^m .	

Les couches que je viens d'énumérer avec autant de détails qu'il m'a été possible d'en rassembler n'ont pas toutes la même valeur, on peut s'en apercevoir facilement, et se partagent par leur aspect en trois groupes, comme je l'ai désigné sur le tableau par les lettres A, B, C.

Le groupe inférieur comprenant les couches n° 5 à n° 12 se distingue par l'abondance des calcaires dolomitiques qui en forment à peu près toute la partie inférieure, mais qui se mélangent vers le haut, surtout dans la couche n° 5, de lits plus tendres de craie blanche d'autant plus fréquents qu'on approche davantage

de la partie supérieure. Au-dessus de ce groupe existe un *premier plateau* situé par conséquent à 343 mètres au-dessus du niveau de la mer et qui le sépare nettement à la vue des parties supérieures. Les épaisseurs données jusqu'à ce point peuvent être regardées comme aussi exactes que possible, car les chiffres nous ont été fournis par les employés de M. Dussault qui, pour leurs travaux, ont dû relever les principaux d'entre eux avec une très-grande précision. L'inclinaison de ces couches, autant que j'ai pu en juger dans les vallées situées sur les côtés et en arrière du point dont je viens de parler, est faible et ne paraît pas dépasser 15 degrés; la direction est plongeante de l'E. vers l'O. J'ai pu aussi examiner cette inclinaison dans une galerie située à une hauteur de 185 mètres au-dessus du plancher de la carrière, par conséquent dans la couche n° 5. Elle avait été pratiquée vers le début des travaux pour la construction d'une mine destinée à faire écrouler la partie supérieure de la montagne pour trouver dans ces déblais des matériaux propres à être exploités. Malgré la charge énorme de poudre (14 000 kilogr.) que renfermait chacune des poches maçonnées constituant la mine, on n'a obtenu aucun effet satisfaisant, soit, comme quelques personnes le pensent, que l'alternance de couches dures et molles qui existe en ce point ait nui à l'effet, soit, ce qui est peut-être plus probable, que le séjour de la poudre pendant plusieurs semaines dans l'intérieur de la maçonnerie, eût diminué sa force en l'altérant.

Les quatre premières couches citées dans le tableau comme formant la partie supérieure de la carrière et qui s'y trouvent sans aucun doute, n'ont pas cependant été examinées par moi en ce point, mais bien dans une ascension sur les sommets plus élevés placés derrière cette carrière, comme je le dirai plus bas.

Quant aux âges géologiques de ces différents niveaux, il paraît facile de les établir en se basant surtout sur l'étude des corps organisés qu'elles renferment.

Les parties inférieures appartiennent au terrain crétacé, sans aucun doute. La couche n° 11 renferme deux fossiles caractéristiques dont l'âge géologique est assez connu; ce sont deux *Hippurites*:

Hippurites cornu-vaccinum (1), Bronn. — D'Orb., *Paléont. franç.*, pl. 526-527.

— *organisans*, Montfort. — D'Orb. *Paléont. franç.*, pl. 533.

(1) Les différents fossiles cités dans cette note ont été déterminés dans le laboratoire de M. d'Archiac par les soins de M. P. Fischer.

Ces rudistes permettent de placer cette couche avec certitude dans les parties supérieures du terrain crétacé. Il en est de même des fossiles de la couche n° 8, qui sont les suivants :

Janira sexangularis, d'Orb. — *Paléont. franç.*, p. 648, pl. 448, fig. 5 à 8.

Pecten... aff. *P. royanus*, d'Orb.

Exogyra... aff. *E. conica*, d'Orb.

Ostrea larva, Lamk. — D'Orb., *Paléont. franç.*, p. 740, pl. 486.

Les couches nos 3 et 4 paraissent appartenir à un même système. Vues à distance, les couleurs blanche de l'une et rouge de l'autre sont excessivement nettes et tranchées, ce qui en fait un point de repère précieux. Cependant, lorsqu'on peut les approcher, on voit qu'il y a quelques alternances de petites couches calcaires blanches dans le niveau inférieur. Il semble donc naturel de regarder ces deux niveaux comme intimement unis. L'absence de fossiles que je n'ai pu y découvrir peut jeter quelque doute sur leur âge; cependant leur nature minéralogique et leur inclinaison, qui est la même que celle des couches inférieures, doivent les faire réunir à celles-ci et conduisent à les ranger dans le terrain crétacé.

Quant au niveau n° 2, les coquilles qu'on y trouve dans la couche fossilifère que j'y signale sont assez caractéristiques pour permettre de le rapporter au terrain tertiaire inférieur. Je n'ai pu me faire une idée exacte de son inclinaison. Les fossiles qu'on a pu y reconnaître sont les suivants :

Trochus funiculosus, Desh. — *Descript. des anim. sans vertèbres*, Paris, t. I, p. 234, pl. 27, fig. 4-5.

Delphinula calcar?, Lamk. — Deshayes, *op. cit.*, t. I, p. 203, pl. 23, fig. 11-12.

Turbo....

Terebellum convolutum, Lamk. — Desh., *op. cit.*, t. II, p. 737, pl. 95, fig. 32-33.

Corbula gallicula, Desh. — *Op. cit., Suppl.*, pl. XIV, fig. 4-6.

— *exarata*, var., Desh. — *Op. cit.*, t. I, p. 48, pl. VIII, fig. 4.

Corbis lamellosa, Lamk. — Desh., *op. cit.*, t. I, p. 88, pl. XIV, fig. 1-3.

Venus....

Arca angusta, Lamk. — Desh., *op. cit.*, t. I, p. 201, pl. XXXII, fig. 45-46.

— *profunda*, Desh. — *Op. cit.*, t. I, p. 207, pl. XXXII, fig. 3-4.

Chama calcarata, Lamk. — Desh., *op. cit.*, t. I, p. 246, pl. XXXVIII, fig. 5-7.

Lima rara, Desh. — *Op. cit.*, *Suppl.*, t. II, p. 64, pl. LXXVIII, fig. 9-10.

Pecten... aff. *P. lucidus*, Philippi.

Vulsella... aff. *V. legumen*, d'Archiac.

Diplhetia Solanderi, DeFrance. — Michelin, *Iconogr. zooph.*, p. 162, pl. XLIII, fig. 15.

Astreopora panicea, Michelin. — *Op. cit.*, p. 160, pl. LXIV, fig. 10.

Orbitolites complanata, Lamk. — Lamouroux, *Polyp.*, pl. LXXIII, fig. 13-16.

Alveolina..... Espèce caractéristique extrêmement allongée.

Tous les fossiles compris dans cette liste et dans la précédente ne se trouvent qu'à l'état de moule, mais la roche dure dans laquelle ils sont engagés permet souvent d'obtenir avec une grande netteté l'empreinte du têt et de ses ornements.

La présence de la couche n° 1 paraît fort intéressante par les fossiles lacustres qu'elle contient; malheureusement elle n'existe là qu'en blocs roulants, très-petits et très-nombreux, mais ne permettant pas une étude régulière.

Si l'on pénètre dans une vallée située à droite de la carrière que je viens de décrire, on rencontre des élévations de 800 à 850 mètres, placées derrière les premiers contre-forts où se trouve la carrière de M. Dussault. Appuyé contre ces hauteurs, on trouve un calcaire dolomitique où nous n'avons pu découvrir de fossiles et qui s'élève en couches très-régulièrement stratifiées à plus de 250 mètres; l'inclinaison est assez forte, de 30 à 40 degrés environ et dirigée de l'O. à l'E. Ces couches ont été ravinées par des torrents descendant des montagnes; ceux-ci ont déposé dans ces nouvelles érosions des lits remarquables par l'alternance qu'on y remarque de gros fragments de graviers, de vase et de sable s'étageant à plusieurs reprises, successivement et régulièrement, les uns au-dessus des autres, ce qui indiquerait que ces torrents subissaient des crues périodiques. Ces derniers dépôts ont été à leur tour enlevés en partie pour constituer les petits ravins qui existent actuellement.

En effectuant, avec M. Stœcklin, le 22 avril, l'ascension d'une de ces montagnes, d'une altitude de 850 mètres, nous avons retrouvé, mais à une hauteur d'environ 643 mètres, les couches blanche et rouge nos 3 et 4, surmontées des autres niveaux; c'est même là en réalité que j'ai pu examiner de près les parties supérieures. Du sommet où nous nous étions élevés on remarquait, à un niveau immédiatement inférieur à la couche n° 4,

une série de plateaux très-réguliers qui sont, malgré la différence de niveau, assimilables, comme âge géologique, au premier plateau de la carrière de M. Dussault. Sur ces mêmes escarpements nous avons retrouvé, à une hauteur d'environ 422 mètres, la couche n° 9 à *Ostrea larva* avec ses fossiles caractéristiques, couche qui se trouve à une altitude de seulement 122 mètres dans la coupe précédemment citée de la carrière de M. Dussault (voy. fig. 1).

Ces différences de niveaux pour des couches que leurs caractères positifs rendent faciles à reconnaître indiquent clairement une faille parallèle à la direction de l'axe de la chaîne; cet accident se suit facilement à la vue assez loin, grâce aux couches blanche et rouge n°s 3 et 4, lorsqu'on examine ces montagnes en suivant un trajet parallèle à leur direction. Ces lits colorés permettent aussi d'observer qu'il existe un petit relèvement à environ 8 kilomètres au N. O. de la carrière de M. Dussault; à partir de ce point les couches s'abaissent des deux côtés; au cap Attaka, elles disparaissent en s'enfonçant sous le niveau actuel des eaux; de l'autre côté le plongement doit être analogue en sens inverse, mais je n'ai pu le suivre complètement.

Les contre-forts du Sinäï, vus à distance, présentent avec les monts de l'Attaka une si complète analogie et surtout à peu près en leur milieu les couches blanche et rouge si nettement distinctes, qu'il est difficile de ne pas admettre qu'elles ont la même constitution géologique.

Si l'on cherche d'après ces observations à se rendre compte de la succession des phénomènes qui ont amené l'état de choses que nous observons aujourd'hui, il me semble rationnel de supposer qu'à l'époque du dépôt des couches crétacées correspondant aux divisions B et C, ainsi que des terrains tertiaires inférieurs correspondant à la division A, les couches se continuaient de l'Attaka aux contre-forts du Sinäï. Il dut y avoir vers cette époque un ravinement qui creusa le lit actuel de la mer. Pendant la période tertiaire, les montagnes commencèrent à s'exhausser et les dépôts dont je parlais comme existant dans la vallée latérale s'adossèrent contre leurs flancs; il est donc probable qu'en examinant avec soin ces couches on y trouverait des fossiles plus récents, sans doute des Nummulites que je crois avoir vues, mais sans pouvoir l'affirmer, dans des blocs roulants au pied des élévations. C'est aussi à cette époque que se place la faille dont j'ai parlé et que la mer, venant battre contre le flanc des montagnes, forma ces falaises existant encore aujourd'hui, mais à 1700 mètres et plus du rivage.

Dans le voisinage de Suez, en remontant du côté d'un ancien marabout situé au N. O. de la ville, vers le point de jonction du chemin de fer du Caire avec la voie qui se rend au bassin de radoubs en construction, on remarque une argile feuilletée brun verdâtre avec intercalation de lits jaunes et rouges, roche qu'on ne peut mieux comparer pour l'aspect minéralogique qu'aux argiles placées au-dessus du gypse dans les environs de Paris. Cette couche, qu'on observe aussi de l'autre côté du chemin de fer sous le kiosque du vice-roi, paraît s'étendre assez loin, et sur le canal d'eau douce j'ai pu la suivre jusqu'au soixante-quatorzième poteau, c'est-à-dire à environ 15 kilomètres de Suez. Ces argiles contiennent en quantité des cristaux de gypses plus ou moins volumineux et sont très-salées au goût; leur puissance est d'environ 3 à 4 mètres au-dessous du marabout, et leur altitude est d'une vingtaine de mètres; en suivant le chemin de fer du bassin, on voit qu'elle repose sur une sorte de calcaire jaune exploité comme pierre de construction et dans lequel s'observent quelques débris mal conservés et tout à fait indéterminables. Ces argiles plongent au sud et disparaissent sous le sable qui forme le rivage et le désert. Elles se retrouvent dans le fond de l'excavation faite pour établir le bassin de radoubs et voici les couches qu'on peut reconnaître au-dessus d'elles; les épaisseurs m'ont été données par M. Stœcklin qui dirige ces travaux :

- 1° 0^m,20. Couche madréporique.
- 2° 2^m,00. Sable gris de fer.
- 3° 2^m,60. Sable vaseux bleuâtre.
- 4° 3^m,00. Terrain dur, ayant la structure d'un poudingue.
- 5° 2^m,00. Terrain argileux, bleuâtre, avec fragments de gypse, remanié.
- 6° 4^m,00. Argile feuilletée, avec gypse (entamée seulement et dont la puissance réelle n'est pas connue).

40^m,80.

La couche n° 1 correspond au niveau de la basse mer. Bien que les terrains énumérés dans ce tableau soient en partie sablonneux, cependant leur perméabilité est si faible, que ces travaux entrepris au milieu des eaux s'exécutent à peu près à sec, l'épuisement n'étant effectué que par une petite machine mue par une locomobile qui même ne fonctionne pas d'une manière constante.

Ces couches, sauf peut-être celle qui porte le n° 6 et qui est la couche argileuse du marabout, paraissent très-modernes; il n'existe

de coquilles que dans le niveau supérieur appelé assez improprement *couche madréporique*, car ce n'est qu'un sable endurci contenant les coquilles qui vivent actuellement dans la baie de Suez, et par suite, mais non d'une manière constante, quelques madrépores. Cette roche, dont la formation est, on peut le dire, contemporaine, mérite d'attirer l'attention par sa régularité. Elle existe sur tout le pourtour de la baie; je l'ai observée sur la plage vis-à-vis des fontaines de Moïse, à la Quarantaine, à l'îlot du Tertre au fond de la rade, sur toute la côte qui s'étend de Suez au port d'embarquement de la carrière de M. Dussault, dit port Français. Sa puissance est variable; c'est sur la côte orientale qu'elle paraît la plus grande; au bassin elle est presque à son minimum. Sa consistance est parfois faible, mais d'autres fois, comme au port Français, elle est assez considérable et on peut l'exploiter comme pierre de taille; c'est même celle qu'on préfère employer pour la construction des murailles qui doivent être immergées. Les coquilles qu'on y trouve le plus fréquemment sont le *Strombus tricornis*, Lamk, la *Capsa deflorata*, Lamk, le *Tridacna squamosa*, Lamk.

M. Stœcklin m'a remis des Huîtres peu déterminables qui avaient été ramenées par une drague, juste à côté du bassin, d'une profondeur de 7^m,50 au-dessous du niveau des basses mers; la couche madréporique se trouvant au 0; on voit que ces débris paraîtraient provenir de la couche n° 5, ce que l'argile qui les entoure tendrait à confirmer. Mais il ne m'a pas été possible de les observer en place dans le bassin, et l'on conçoit combien la façon dont elles ont été recueillies laisse de chance d'erreurs pour connaître leur gisement réel.

Dans les travaux du canal de l'Isthme, à Chalouf el Terraba, lieu situé à 18 kilomètres de Suez, j'ai pu observer un fait qui me paraît remarquable eu égard aux conclusions qu'on en peut tirer relativement au cours du Nil dans les temps anciens. Dans une couche qui m'avait été signalée par M. Larousse, ingénieur hydrographe, qui dirige cette section des travaux du canal maritime, j'ai trouvé une coquille qui se rapporte évidemment au genre *Etheria* et à l'*E. Cailliaudi*. Ces mollusques étaient les uns fixés sur un banc de pierre assez dure, superposé à une argile feuilletée sous laquelle existait une couche de sable ferrugineux rempli de coquilles marines; d'autres étaient pris dans la roche, ou simplement engagés dans une argile limoneuse toute spéciale; toutes ces couches sont surmontées par un gravier grossier, puis

par le sable qui forme tout le désert. Un très-grand nombre de ces coquilles, surtout de celles que j'ai ramassées dans la couche argileuse, étaient dans un bon état de conservation, si l'on considère la fragilité du test, et fréquemment avec leurs deux valves; ces circonstances ne peuvent faire douter que ces animaux n'aient vécu et ne se soient développés en ce point. Or si l'on se rappelle que ces *Huîtres d'eau douce*, comme les nomme Bruce qui les a signalées le premier, ne se trouvent plus maintenant qu'en Nubie dans le Haut Nil jusqu'au Fazoul, c'est-à-dire vers le 12° degré de latitude, et ne descendent pas au delà de la première cataracte, c'est-à-dire du 24° degré, on sera surpris de les trouver au point où nous les avons rencontrées, c'est-à-dire vers le 30° degré. Le canal des Pharaons a laissé, il est vrai, des traces près de ce point puisqu'à Chalouf el Terraba le canal d'eau douce actuel est sur un point dans le même lit; mais en supposant, ce qui est vraisemblable, que ce fut à cette époque que l'Éthérie de Cailliaud vivait en cet endroit, on est conduit à admettre qu'outre la condition de latitude le régime des eaux du Nil devait différer notablement de ce qu'il est aujourd'hui, puisque ce mollusque n'existe pas du tout en Égypte. On sait qu'un fait analogue a déjà été observé par Adanson (1) dans son voyage au Sénégal, et que les Éthéries, qui habitent encore le fleuve à 200 lieues du rivage, descendent à l'état sub-fossile assez bas pour n'être plus qu'à une petite distance de la mer.

Séance du 6 mars 1865.

PRÉSIDENCE DE M. GRUNER.

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Louis-Denis DE LAGARDE, ingénieur civil, à Valencia (Espagne), présenté par MM. Gruner et Delesse.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

(1) Rang, *Mémoire sur quelques Acéphales d'eau douce du Sénégal* (*Nouvelles Annales du Muséum d'histoire naturelle*, t. IV, p. 303. 1835).

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, février 1865.

De la part de M. G. Cotteau, *Échinides nouveaux ou peu connus* (extr. de la *Revue et magasin de zoologie*, août 1864), in-8, p. 93-108, pl. XIII et XIV.

De la part de M. A. Sismonda, *Gneis con impronta di Equiseto*, in-8, 12 p., 1 pl. Turin, 1865, imprimerie royale.

De la part de M. Venance Payot, *Erpétologie, malacologie et paléontologie des environs du Mont-Blanc*, in-8, 63 p. Lyon, 1864, chez Barret.

De la part de M. E. Billings, *Geological survey of Canada. — New species of palæozoic fossils*, in-8, 344 p. Montréal, février 1865, chez John Lovell.

De la part de M. T. C. Winkler, *Musée Teyler. — Catalogue systématique de la collection paléontologique*, 2^e livraison, in-8, p. 125-264. Harlem, 1864, chez les héritiers Loosjes.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1865. 1^{er} sem., t. LX, n^{os} 8 et 9, in-4.

Annales des mines, 3^e, 4^e et 5^e livraisons de 1864, in-8.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture de France, décembre 1864, in-8.

L'Institut, n^{os} 1625 et 1626 ; 1865, in-4.

Réforme agricole, février 1865, in-4.

The Athenæum, n^{os} 1948 et 1949 ; 1865, in-4.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de G. Leonhard et H. B. Geinitz, 1865, 1^{er} cahier, in-8.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, décembre 1864, in-8.

Revista minera, n^o 354, 1^{er} mars 1865, in-8.

M. d'Archiac communique le passage suivant d'une lettre de M. E. Dumortier, datée de Lyon, 22 janvier 1865 :

Quand, il y a deux ans, on a construit dans la ville même de Lyon l'embarcadère du petit chemin de fer de la Croix-Rousse,

les travaux ont mis à découvert le granite et dans ses anfractuosités un dépôt de marnes sableuses micacées, avec fossiles marins. Ce dépôt, d'une épaisseur peu considérable et fort irrégulière, est recouvert de sables, puis de marnes sableuses, avec coquilles d'eau douce et terrestres, puis de sables et graviers remplis de débris roulés de petits fragments de coquilles marines. Le gisement n'a été abordable que pendant quelques jours, et il est encombré maintenant par les constructions du chemin de fer qui ont remplacé les ruines de la période romaine qui couvraient le sol auparavant.

Vous trouverez ci-joint la liste détaillée des cartons contenant les fossiles et numérotés de 1 à 39.

Les n^{os} 1 à 34 viennent tous du gisement de Lyon (embarcadère, etc.). On peut aussi bien désigner le gisement de Lyon par le mot *ancien Jardin des plantes* ou par celui de *rue Poivre*, rue nouvelle qui est construite en partie sur le gisement.

Le n^o 35, de couches évidemment du même âge, du village de Saint-Font, près de Lyon, rive gauche du Rhône.

Les n^{os} 36, 37, 38, de Feyzin, village à 4 kilomètres au S. de Saint-Font.

Le n^o 39, de Saint-Quentin, près de la Verpillière. Ce sont des Pholades de la mer miocène, du même niveau.

Je regarde comme certain qu'une bonne partie des terrains miocènes, qui offrent dans le midi de la France un si grand développement, doivent appartenir au même niveau que les couches de Lyon.

Ainsi, sans parler de la longue falaise mollassique qui suit la rive gauche du Rhône, de Saint-Fons à Sevezin, il y a plusieurs points avec fossiles dans l'Ain et l'Isère, le gisement connu d'Auterives (Drôme), les environs d'Istres et Aix (Bouches-du-Rhône), etc.

A la liste des fossiles de Lyon il faut ajouter un *Haliotis* de taille moyenne que je n'ai pas, quelques bryozoaires et brachiopodes, et le polypier d'Auterives, *Dendrophyllia Coulangeoni* (Thiollière).

Il est à remarquer qu'à Auterives, comme à Lyon et sur d'autres points, il y a des marnes d'eau douce subordonnées et placées à la partie supérieure des couches marines.

Liste des fossiles de M. E. Dumortier, déterminés par M. Fischer.

POISSONS.

Lamna dubia, Agassiz. — *Poissons foss.*, t. III, p. 295, V. 370,.

fig. 24-26 (*Odontaspis*, Ag. — id.). L. et Saint-Font.
— Indiqué dans la mollasse suisse.

CRUSTACÉS. — α . *Décapodes brachyures*.

Portunus, sp. ind. — Fragment d'une espèce voisine du *Portunus puber*, Fabr., fossile du terrain tertiaire du Midi de la France (Marcel de Serres). Saint-Font.
Cancer, sp. ind. — Très-petit fragment de pince. Saint-Font.

β . *Décapodes macroures*.

Callianassa, sp. nov. — Plusieurs articles des pattes d'une espèce qui diffère des *Callianasses* fossiles décrites jusqu'à présent.

γ . *Cirrhipèdes sessiles*.

Balanus, sp. ind. — Quelques fragments de test et des opércules d'une grande espèce voisine du *Balanus sulcatus*, Brug. L. et Feysin.
Conia, nov. sp. — Plusieurs échantillons en bon état appartenant au genre *Conia*, Leach. Ce genre n'a été jusqu'à présent signalé qu'à l'état vivant.

MOLLUSQUES. — α . *Gastéropodes*.

Patella tarentina, Lamarck. L. et Feysin.
— *neglecta*, Michelotti.
— *pileata*, Bonelli.
Turbo fimbriatus, Borson.
— *speciosus*, Michelotti.
— *rugosus*?, Linné.
Trochus, ind.
Turritella replicata, Brocchi.
Chenopus, ind.
Niso terebellum, Chemnitz.
Mitra fusiformis, Brocchi.
Murex imbricatus, Brocchi.
Fusus virgineus, Grateloup.
— *lignarius*, Lamarck.

β ACÉPHALÉS.

Ostrea cymbularis, Munster.
— , ind.
Pecten opercularis, Linné.
— *pusio*, Linné (*P. striatus*, Sow., *multistriatus*, Poli, etc.).
— , ind.
Lima tuberculata, Brocchi.
Sac. géol., 2^e série, tome XXII.

Lima tenera, Rurton. L. et Feyzin.
Lithodomus, ind.
Chama gryphoides, Linné.
Cardita, ind.
Arca barbata, Linné.
Venus, ind.
 — *Aglauræ* (?), Brongniart.
Tellina, ind.
Pholas parva, Pennaut. Saint-Quentin.

ANNÉLIDES.

Serpula, ind. — Moule d'un tube.

ÉCHINODERMES.

Echinus, ind. — Moule d'un fragment de test.
 — , ind. — Radioles.

M. Marcou fait la communication suivante :

Le Niagara quinze ans après ; par M. Jules Marcou (Pl. II, fig. a, b).

Pendant les années 1848-49 et 50, j'ai fait cinq visites aux cascades du Niagara. Plusieurs de ces visites ont été de véritables séjours, se prolongeant pendant plusieurs semaines, et j'ai pu avoir ainsi une connaissance assez exacte des localités et du grand phénomène de dénudation qui s'y passe. Dès 1848, j'avais remarqué plusieurs points de repères, notamment près de la tour de la chute canadienne. Quinze années après, en septembre 1863, j'ai parcouru de nouveau tout le terrain qui encadre les célèbres chutes du nouveau monde, et voici les impressions que j'en ai rapportées.

Disons-le tout de suite, au point de vue du pittoresque, ce laps de temps a été fatal au Niagara. Partout des maisons, des hôtels, des cafés, des magasins ; on ne peut plus tourner la tête sans être assailli par une armée de guides, de voituriers ; c'est Chamouni transporté en Amérique. Il n'y a que l'île à la Chèvre, qui ait été respectée, et aussi quelques arbres au milieu des abruptes, là où il est impossible d'aller les couper pour en faire des barrières. Au point de vue géologique, les changements, sans être aussi frappants, sont néanmoins considérables, et pour la première fois j'ai eu une idée bien nette des dénudations niagariennes.

Sur les hauts plateaux qui entourent les Montagnes Rocheuses, en suivant les *cañons* (expression mexicaine indiquant toute vallée

profonde et fortement encaissée) des rivières canadiennes, Pecos, del Norte, Colorado Chiquito, etc., j'ai vu les exemples de dénudations les plus grandioses qui existent sur le continent de l'Amérique du nord. Mais là les dénudations sont en grande majorité l'œuvre lente de la décomposition et de l'enlèvement des roches, grain de sable par grain de sable, molécule d'argile par molécule d'argile; l'eau a agi comme le lapidaire attaquant lentement et enlevant minutieusement chaque parcelle de la roche, tandis qu'au Niagara l'eau agit comme le marteau du démolisseur; elle frappe brutalement, ou bien s'appuie comme un levier à force irrésistible, et précipite dans le gouffre les roches par blocs énormes, sans s'inquiéter de la taille des morceaux.

L'endroit d'où l'on embrasse le mieux l'ensemble des cataractes du Niagara est la pointe Victoria, sur le côté du Canada, à peu de distance en avant de l'hôtel Clifton (voir pl. II, fig. a). De ce point je n'ai pas aperçu de changements sensibles à la chute la plus à gauche du spectateur, que l'on nomme cataracte américaine, et dont la largeur est 900 pieds et la hauteur 163 pieds anglais. Mais alors j'ai été très-frappé des changements arrivés à la grande chute, la plus à droite, et qui est connue sous les noms de cataracte canadienne ou cataracte en forme de fer à cheval (*horse shoe fall*). D'abord la forme de fer à cheval, qui était encore passablement régulière en 1850, s'est modifiée profondément, en s'enfonçant et en s'ébréchant fortement vers le milieu. La célèbre table de roches (*table rock*) que j'avais l'habitude de voir à presque entièrement disparu, une partie s'étant écroulée peu après ma dernière visite en 1850, et une autre en 1857; de sorte que cela ne forme plus un des points proéminents du panorama. De plus, la tour, connue sous le nom de Terrapine, est plus près du bord de la chute, et plusieurs des gros blocs qui se trouvaient en avant de cette tour et un peu à l'ouest ont disparu, emportés dans le gouffre. Enfin, quoique les eaux soient plus basses maintenant qu'à aucune autre époque de l'année, je m'aperçois du premier coup d'œil, et même c'est ce qui me frappe le plus, qu'à la chute canadienne l'eau abandonne et diminue de volume du côté de Table-Rock, tandis qu'elle augmente à la tour Terrapine; et en même temps il me semble apercevoir une légère diminution dans le volume des eaux qui se précipitent par la chute américaine. Cependant je dois dire que cette dernière observation n'est venue qu'après toutes les autres et que mon souvenir pourrait bien me tromper. Toutefois, je dois ajouter que le jour suivant en traversant le pont qui va à l'île à la Chèvre (*Goat island*), et qui est jeté sur les rapides au-des-

sus de la chute américaine, il m'a aussi semblé que le volume de l'eau et les dimensions autrefois si majestueuses de ces rapides avaient diminué très-sensiblement.

Enfin, en visitant la tour Terrapine, j'ai vu que le volume de l'eau avait augmenté de plus d'un pied, et qu'un gros bloc de six à sept pieds de diamètre, que j'avais atteint autrefois assez facilement, et qui était précisément à la limite du gouffre, avait été précipité. J'avais trouvé sur ce bloc, au mois de septembre 1849, un corail qui doit être dans les collections que j'ai envoyées au Jardin des Plantes de Paris, et j'avais fait une marque profonde avec mon marteau et mon ciseau à l'endroit même d'où j'avais enlevé le fossile (1).

La cataracte canadienne a plus de 2000 pieds anglais de largeur et 150 pieds de hauteur. On a calculé approximativement que l'eau qui se précipitait aux cataractes du Niagara était de plus de 15 millions de pieds cubes par heure.

De mes observations, il me semble que l'on peut tirer les conclusions suivantes :

A. La chute américaine ne se retire que d'une manière extrêmement lente, et on peut la dire presque stationnaire, en comparaison de la chute canadienne. L'eau qui s'y précipite n'est pas assez forte pour creuser un lit dans les roches, et l'on voit au pied de cette chute américaine les blocs qui tombent du sommet et forment déjà une espèce de contrescarpe entre le pied de la chute et le fleuve.

B. Le volume de l'eau de la chute américaine va en diminuant, et ira de plus en plus en diminuant à mesure que la chute canadienne se retirera, et, lorsque cette dernière aura atteint les îles des Trois-Sœurs, c'est-à-dire dans huit ou dix siècles, il ne passera plus d'eau par la chute américaine; l'île à la Chèvre se réunira alors à la terre ferme.

C. La chute canadienne se retire assez rapidement, sans toutefois que l'on puisse donner de règle annuelle dans sa progression rétrograde, parce que la solution du problème dépend de données

(1) Dans le volume IV de la *Geology of New-York*, par James Hall, il y a, à la page 402, un planche d'un relevé trigonométrique des chutes du Niagara, fait avec soin. Depuis que ce relevé a été fait, c'est-à-dire depuis 1842, la chute canadienne près de la tour Terrapine a rétrogradé d'au moins 42 pieds. Toute la première ligne de blocs qui sont dans le plan sur le bord de l'abîme a été précipitée dans le gouffre avec les strates sur lesquelles elle se trouvait.

variables et qui ne peuvent être appréciées annuellement. Ainsi une année le mouvement rétrograde sera très-sensible, tandis qu'une autre année il sera inappréciable.

D. Le volume de l'eau de la chute canadienne augmente par suite de la diminution de celui de la chute américaine ; et de plus la masse de l'eau abandonne la rive canadienne pour se porter vers le milieu du fer à cheval et ainsi vers l'île à la Chèvre (1) ; d'où l'on peut conclure : 1^o que le mouvement rétrograde de la chute canadienne ira en s'accéléralant de plus en plus ; 2^o que la vallée de dénudation de la rivière Niagara va se rapprocher de l'île à la Chèvre et tournera là à l'est, en faisant un coude assez brusque et anguleux, comme au Whirlpool ; 3^o et qu'enfin on aura à l'endroit même où se trouve la chute canadienne aujourd'hui un autre Whirlpool, avec les mêmes phénomènes d'étranglement de la vallée de dénudation au-dessous, et surtout au-dessus, et de tourbillon en forme de trombe au coude du fleuve.

Le fleuve Niagara se divise en trois parties complètement distinctes et des plus contrastantes (voir Pl. II, fig. a). Du lac Érié aux cataractes, le fleuve est large et coule à pleins bords, au milieu de vastes plaines. Il est parsemé de belles, nombreuses et grandes îles, et partout les plus gros bateaux à vapeur peuvent circuler sans difficulté.

Des cataractes à Lewiston, sur une étendue de 7 milles anglais, le fleuve se contracte, des murs gigantesques de 200 à 250 pieds de hauteur le resserrent et l'obligent de couler comme s'il traversait les portes d'un canal, avec une différence de niveau de 100 pieds entre le pied des chutes et Lewiston. La largeur de cette vallée d'érosion, creusée entièrement par le fleuve, varie entre 800 et 1200 pieds. Cette espèce de canal ou véritable *cañon* du fleuve atteint sa plus grande largeur vis-à-vis de l'hôtel de Clifton, et il va en se rétrécissant, en descendant vers le célèbre Pont suspendu où il atteint son *minimum* qui est de 800 pieds de l'un à l'autre bord du précipice. Cette vallée d'érosion rappelle beaucoup un grand nombre de vallées d'érosions que l'on trouve dans les montagnes

(1) Si l'on consulte le dessin publié par le père Hennepin en 1698, et qui est la plus ancienne figure des cataractes du Niagara que l'on connaisse, on voit qu'une énorme quantité d'eau se précipitait de Table-Rock, tandis qu'à présent l'eau qui y tombe est presque insignifiante. En se portant vers l'île à la Chèvre, l'eau enlève continuellement les berges occidentales de cette île, entre la tour Terrapine et les îles des Trois-Sœurs, et l'on est obligé, pour diminuer et atténuer son action, d'établir contre la falaise plusieurs barrages fixes.

du Jura, surtout en suivant les rivières du Doubs, de la Loue, du Lizon, de l'Ain, de la Valserine et la perte du Rhône, à l'exception toutefois, qu'il y a beaucoup plus d'eau dans le fleuve Niagara, ce grand déversoir de plusieurs véritables mers d'eau douce.

Des cataractes à Lewiston, le fleuve coule en tourbillonnant et en bouillonnant continuellement, ce qui en rend la navigation impossible, excepté sur un espace d'un mille, vers le pied des chutes, où des bateaux traversent, et où un petit bateau à vapeur (*Maid of the Mist*), construit sur place, a fait jadis des excursions de plaisir. Cette très-grande agitation des eaux rend les sondages impossibles, et l'on n'a pu encore arriver à aucun chiffre même approximatif sur ce sujet. Les sections géologiques des cataractes qui ont été publiées indiquent toutes que l'eau ne va pas plus bas que les grès de Medina, c'est-à-dire une trentaine de pieds au-dessous de la surface aux pieds des chutes ; mais cette supposition paraît-être contraire à tous les effets dynamiques d'une aussi grande masse d'eau en mouvement, et de plus elle est contraire à toutes les croyances des bateliers et des habitants des environs. Pour moi, je suis arrivé à la conviction que cette vallée d'érosion est creusée plus bas que le niveau de l'eau du lac Ontario, ainsi que l'indiquent des bouillonnements de l'eau de Lewiston au fort Niagara, et même à quelque distance dans le lac, et que le fleuve non-seulement détruit et enlève tout le groupe des roches du Niagara, mais encore le groupe de Clinton, les grès de Médina, et qu'il atteint même les schistes de Lorraine du terrain Champlain, et que ce sont ces schistes qui forment le fond de la vallée d'érosion.

La troisième partie de la rivière Niagara s'étend de Lewiston au lac Ontario, sur une étendue de 7 milles, avec une différence de niveau de 4 pieds seulement. La rivière ici est navigable ; elle ne coule pas à pleins bords cependant, comme dans la première partie de son parcours, car elle est un peu resserrée entre des collines qui la dominent de 20 à 80 pieds, et en même temps il y a des bouillonnements et des contre-courants, qui font ressembler cette troisième portion de la rivière à la seconde, plus qu'à la partie qui s'étend du lac Érié aux cataractes.

Lorsque les cataractes du *Tonnerre des eaux* (traduction du mot iroquois *Niagara*) étaient dans le voisinage du monument de Brook, c'est-à-dire sur les bords mêmes du plateau qui est placé là comme une espèce d'escalier de géant pour passer de l'immense baignoire ou bassin du lac Ontario au non moins gigantesque bassin du lac Érié, le fleuve, au lieu d'être encaissé, s'étendait au

contraire sur des surfaces considérables, qui en certains endroits, comme par exemple à l'île à la Chèvre et au Whirlpool, devaient former de vastes nappes d'eau ressemblant à de véritables petits lacs. On a les preuves de cette extension du fleuve dans plusieurs localités, et notamment à l'île à la Chèvre, dont la bonne moitié est recouverte d'un terrain alluvial moderne, contenant toutes les coquilles qui vivent actuellement dans le fleuve et sur ses bords. Cette alluvion moderne repose sur le drift quaternaire, et elle atteint une puissance d'au moins 25 pieds anglais.

La stratigraphie des chutes du Niagara est des plus simples et très-facile à étudier. Les couches qui appartiennent toutes au silurien proprement dit, au silurien supérieur de plusieurs géologues, sont presque horizontales; elles inclinent légèrement au sud sur un angle de trois ou quatre degrés. En quelques endroits elles sont horizontales, et même sur le côté canadien du fleuve on les voit quelquefois plonger légèrement vers le nord. A l'île à la Chèvre et aux cataractes, les strates sont horizontales; et, si on les coupe perpendiculairement en suivant le fil de l'eau du milieu du fleuve, là où le fer à cheval de la chute canadienne atteint un maximum de courbure, et où l'eau qui se précipite atteint sa plus grande épaisseur, que l'on croit être de 25 à 30 pieds, d'après des mesures qui ne peuvent être qu'approximatives, on obtient la section géologique figurée Pl. II, fig. *b*, et que je vais décrire. Tous les géologues qui ont étudié les sections publiées sur le Niagara seront frappés de voir que la coupe que je présente a ses couches horizontales, au lieu d'être inclinées vers le sud avec une pente très-accentuée, et qui donne aux sections de MM. Hall et Lyell l'aspect d'un écaillage. Je ne crains pas de dire que ma coupe géologique se rapproche beaucoup plus de ce que l'on voit là sur les lieux mêmes, et qu'elle est plus près de la vérité.

En commençant par la base, on a la succession suivante. Les schistes de Lorraine (autrefois improprement appelés groupe de la rivière Hudson) qui terminent le terrain Champlain (division Champlain d'Emmons) ne se voient pas sur les bords du fleuve Niagara à son embouchure dans le lac Ontario. Mais des sondages exécutés par des officiers, des ingénieurs topographes, pour le relevé des grands lacs et qui m'ont été communiqués, ont amené attachés à la sonde des schistes qui doivent appartenir au groupe de Lorraine. Ces sondages ont eu lieu entre Lewiston et le fort Niagara. Les dislocations et soulèvements qui ont mis fin aux dépôts qui se formaient dans le bassin actuellement occupé par le lac Champlain et la rivière Richelieu ont amené, dans le voisinage de ces soulè-

vements, des discordances de stratification avec les dépôts du terrain Ontario qui ont suivi. Mais dans les localités éloignées des dislocations, comme la région de la rivière Niagara, les mouvements brusques et considérables qui ont eu lieu, par suite du changement de niveau et du déplacement d'une grande partie de la mer, ont amené seulement des ravinements ou ondulations, et c'est ce phénomène que j'ai indiqué dans la coupe. Le terrain Champlain comprend toutes les strates, qui en Amérique renferment ce que M. Barrande a nommé en Bohême la faune seconde.

Par dessus les schistes de Lorraine commence la série du terrain Ontario d'Emmons, dont les strates renferment les faunes troisièmes de M. Barrande. Ce terrain constitue entièrement le plateau qui borde la partie méridionale du lac Ontario, et le fleuve Niagara coule dessus sur tout son parcours.

La première formation du terrain Ontario est une puissante série de couches de grès, que l'on nomme grès de Médina. Il y a bien dans les classifications des strates de l'état de New-York, employées et propagées par plusieurs géologues, une autre formation que l'on nomme conglomérat d'Onéida, et que l'on place au-dessous du grès de Médina; mais cette formation fait double emploi dans la classification, ainsi que l'a découvert le colonel Jewett, directeur du Musée géologique d'Albany. Ces deux formations ne se trouvent jamais ensemble, et les conglomérats passent au grès à mesure que l'on s'éloigne des centres de soulèvements du terrain Champlain. Les grès de Médina ont à peu près 300 pieds d'épaisseur; ils sont rouges avec des taches vertes et ont beaucoup de rapports lithologiques avec les grès bigarrés du trias de l'Europe centrale. Quelques petites assises de ces grès sont grises, dures, et passent à de véritables quartzites; mais en général ils sont assez tendres et facilement désagrégés par l'eau et les agents atmosphériques. On peut surtout les observer entre Lewiston, Queenston et le premier pont suspendu, au Whirlpool, vers le second pont suspendu, là où était autrefois l'embarcadère du bateau à vapeur « *the Maid of the Mist* »; et enfin on les voit disparaître presque vis-à-vis de l'hôtel de Clifton. Les fossiles sont rares; cependant j'ai recueilli près du premier pont : *Arthropycus Harlani*, Conrad, *Lingula cuneata*, Conrad, *Modiolopsis orthonota*, Conrad, *Pleurotomaria pervetusta*, Hall, *Orthoceras*, et de très-belles « *Ripple-marks* ».

Par dessus on a une trentaine de pieds de marnes schisteuses vertes et de calcaires grisâtres, durs, assez fossilifères, qui appartiennent au groupe de Clinton. Ce système de strates sert de base à un massif important de marnes, que l'on nomme marnes du

Niagara, marnes qui renferment à différents niveaux des plaquettes ou petites couches calcaires. En réalité, les strates de Clinton, au lieu d'être une formation indépendante, ne sont qu'une subdivision de ce massif. Les fossiles, assez communs, sont rarement bien conservés dans les calcaires de Clinton. J'ai recueilli dans différentes localités, entre l'hôtel Clifton et le bord du plateau près de Lewiston, les espèces suivantes : *Chonetes lycoperdon*, Hall, *Helopora fragilis*, Hall, tige d'une crinoïde, *Leptæna profunda*, Hall, *Leptæna depressa*, Sow., *Spirifer radiatus*, Sow., *Atrypa reticularis*, Linn., *Orthoceras*.

La formation des marnes du Niagara atteint une épaisseur de 81 pieds anglais; elle est composée principalement d'une argile sub-schisteuse bleu-grisâtre, quelquefois jaunâtre, avec intercalation de plaquettes calcaires, de un à trois pouces d'épaisseur, et qui sont pétries de fossiles appartenant aux familles des coraux et des brachiopodes. Ces marnes sont friables et très-facilement attaquées par les agents atmosphériques, et ce sont elles qui laissent en surplomb les strates calcaires qui forment le bord des cataractes. Les éboulis et la végétation cachent la plus grande partie de cette formation le long du fleuve Niagara; aussi y trouve-t-on rarement des fossiles, quoiqu'elle soit très-fossilifère. Cependant j'y ai recueilli la plupart des fossiles caractéristiques, tels que : *Astrocerium constrictum*, Hall, *Callopora nummiformis*, Hall, *Orthis elegantula*, Dalm., *Leptæna transversalis*, Dalm., *Leptæna depressa*, Dalm., *Spirifer sulcatus*, His., *Spirifer niagarensis*, Conr., *Atrypa reticularis*, Linn., et des fragments de *Calymene Blumenbachii*, var. *niagarensis*, Hall.

C'est à Lockport, à droite et à gauche des portes du canal, qu'il faut aller pour recueillir et étudier à fond les marnes du Niagara.

Aux marnes succèdent les calcaires du Niagara, formant des assises puissantes qui couronnent la plus grande partie du plateau. Ces calcaires ont une épaisseur de 150 à 160 pieds.

Ils sont stratifiés par assises puissantes, variant d'un à quatre pieds d'épaisseur, avec quelques intercalations, vers la base du groupe, de quelques minces assises de schistes marneux grisâtres. Ils forment le bord même des cataractes et tous les rapides au-dessus, et ils s'étendent même deux mille plus au sud jusque vers Tonawanda, où ils sont remplacés par les marnes bleues verdâtres du groupe salé d'Onondaga.

Les calcaires du Niagara sont gris-blanchâtre, quelquefois d'un bleu pâle et rougeâtre, durs, à cassure esquilleuse, et ils renferment souvent de nombreux débris de fossiles, surtout des

tiges de crinoïdes, et alors ils peuvent être polis et donnent un beau marbre. A Lockport les fossiles sont assez communs; mais à Niagara même on en trouve rarement. Cependant j'ai trouvé, en 1848, une localité de l'île à la Chèvre très-riche en *Favosites Hisingeri*, corail qui remplit complètement deux ou trois assises, vis-à-vis des îles des Trois Sœurs, sur le bord de l'eau même, côté occidental de l'île. Je signale ce gisement de fossile à Niagara même avec d'autant plus de plaisir que les géologues qui vont visiter les chutes trouveront toujours là un fossile à rapporter pour leur collection, et que, jusqu'à cette découverte, on avait toujours dit qu'il n'y avait pas de fossiles à recueillir aux cataractes du Niagara.

En suivant le chemin qui fait le tour de l'île à la Chèvre, soit que l'on rencontre l'île ou que l'on descende vers les chutes, en arrivant vis-à-vis des îles des Trois Sœurs, sur le côté occidental de l'île à la Chèvre, il y a une jolie petite chute d'eau avec un bassin entre la première des îles des Trois Sœurs et l'île à la Chèvre; eh bien! c'est là que se trouve le gisement des *Favosites Hisingeri*, dans des calcaires gris sableux un peu magnésiens. Si je prends tant de soin pour indiquer cette localité, c'est que M. James Hall, dans son second volume de la *Palæontology of New-York*, page 125, donne une fausse indication en rapportant le gisement au côté oriental de l'île. C'est sur des échantillons que je lui ai donnés en 1849 que M. Hall a indiqué ce gisement; seulement il n'aura pas bien compris les explications que je lui avais données sur la localité précise. Jules Haime, qui a déterminé mes échantillons comme appartenant au *Favosites Hisingeri* (*Polypiers fossiles des terr. paléoz.*, p. 240), en 1851, a la priorité sur James Hall qui, en 1852, a décrit ce fossile sous le nom de *Favosites niagarensis*.

La constitution géognostique et lithologique du plateau du Niagara indique clairement que plus les chutes vont en s'éloignant de leur point de départ et en se rapprochant du lac Érié, plus ces chutes deviennent élevées. Il est probable qu'au commencement, près de Lewiston, il y avait plusieurs chutes se succédant les unes aux autres, avec de grands rapides, comme cela a lieu à Rochester. Puis la grande masse d'eau en se précipitant a successivement miné toutes les assises calcaires qui se sont effondrées, et l'on n'a plus eu qu'une seule chute depuis le Whirlpool.

L'épaisseur des couches calcaires allant en augmentant à mesure que les chutes se retirent, le bord de l'abîme devient de plus en

plus massif, et par conséquent plus difficile à soutenir par les assises friables et si peu fortes des marnes qui forment la base. D'ailleurs, dans cette chute, l'eau est chassée avec une force considérable contre les parois des roches, et il se produit sous la chute des courants d'air très-violents qui frappent les roches et aident à leur désagrégation. L'eau tourbillonne en s'enchevêtrant de mille manières, et l'usure des strates, sur tout le pourtour de cette espèce de pilon de géants où tout vient se briser et disparaître, doit être de plus en plus forte à mesure que l'on se rapproche du niveau du lac Érié.

Les chutes du Niagara présentent le phénomène contraire des chutes de l'Ohio à Louisville. Dans cette dernière localité la base des chutes est formée d'un calcaire très-dur et le sommet d'argiles noires (*black slates*); ainsi, à Louisville, on s'aperçoit que les chutes de l'Ohio en rétrogradant deviennent de moins en moins élevées et se changent en véritables rapides, et avant peu d'années il n'y aura même plus que des rapides. Cette manière d'envisager l'avenir des cataractes du Niagara et de l'Ohio est diamétralement opposée à celle qui a été promulguée et propagée par Charles Lyell; ce n'est qu'après avoir longtemps observé ces deux localités, et à de grands intervalles les uns des autres, que je suis arrivé à me convaincre que j'étais dans le vrai; et cela d'autant plus, que l'opinion générale, je dirai presque unanime des habitants des environs de Niagara et de Louisville, concorde parfaitement avec ces vues.

Si géognostiquement on peut essayer de décrire le Niagara, il n'en est pas de même au point de vue physique ou artistique; toute description pittoresque ou même poétique, toute peinture ou dessin sont bien pâles à côté de la réalité; car ici le réalisme dépasse tout. Il faut voir le Niagara: 1° l'été à midi avec son arc-en-ciel et son panache de fumée de vapeurs d'eau; 2° la nuit, avec son arc-en-ciel de lune, avec une aurore boréale arrivant jusqu'au zénith, et avec une pluie d'étoiles filantes; 3° l'automne avec les feuilles aux milles couleurs des arbres si variés de la flore forestière américaine; 4° l'hiver avec les glaces suspendues tout autour, comme d'immenses guirlandes de cristaux entrelacées autour de la ceinture du vieux Tonnerre des eaux; enfin 5° il faut surtout visiter le Niagara au printemps, à la débâcle des glaces; alors, et seulement alors, on a une idée de la force de dénudation de ce grand déversoir des lacs Supérieur, Michigan, Huron, Saint-Clair et Érié.

Nota. — Il y a cependant une force qui peut déjouer tous les

calculs de rétrogradation des cataractes du Niagara et les amener à une stagnation presque absolue : c'est la prodigieuse activité industrielle des Américains. Déjà un joli filet d'eau formant une véritable rivière a été détourné sur la rive américaine pour faire rouler des usines ; et cette rivière vient se jeter plus bas que les chutes. Une trentaine ou une quarantaine de saignées comme celle-là, faites des deux côtés canadien et américain, et le Niagara ne sera plus qu'un modeste ruisseau comme le Rhin à Schaffouse, la chute du Bois de Boulogne, ou les cascades de Tivoli. Le Tonnerre des Eaux ne sera plus alors qu'un roulement de tambours. L'industrie aura désarmé Jupiter tonnant. Avec l'énergie des jeunes peuples du Nouveau-Monde il n'y a rien d'impossible, et c'est pour eux surtout que ce mot a été rayé du dictionnaire.

M. Benoît fait la communication suivante :

Note sur les ablations et dépôts superficiels antérieurs à l'époque quaternaire dans le Jura méridional ; par M. Émile Benoît.

Dans tout le massif jurassique les roches calcaires présentent actuellement des altérations superficielles souvent profondes, mais très-variables selon la durée de l'exposition à l'action des agents atmosphériques et les détails de relief. Si la roche est à la fois calcaire et ferrugineuse, il est à remarquer que dans ce cas elle est aussi et généralement siliceuse et argileuse, surtout dans la région qui nous occupe ; alors il y a élimination du calcaire et résidu séreux, argileux et siliceux, formant des dépôts superficiels d'une épaisseur souvent considérable. La présence du fer dans les roches est une cause puissante de décomposition spontanée. Si la roche est purement calcaire, il y a simplement corrosion des surfaces et élargissement des fissures par dissolution du calcaire, qui s'en va dans les cours d'eau et les sources incrustantes. Quand les roches sont coupées à pic ou forment des pentes très-rapides, elles s'écroulent en menus fragments anguleux qui s'arrangent en talus de 45 degrés ; c'est ce qu'on appelle *groise* ou *grévois* ; il y en a partout dans le Jura. Cette réduction en menus éclats est due à la gelée ; les roches les plus gelives, comme le corallien et le kimmérien, donnent les plus forts talus de groise.

Ces altérations et désagréations des roches ont certainement été en fonction pendant tous les âges géologiques, de même qu'il

y a toujours eu des érosions et des ablations. Il est donc naturel de penser qu'il doit rester quelque part des dépôts superficiels antérieurs à ceux que nous appelons *terrain quaternaire* et qui sont parfaitement distincts par la collection des matériaux de transport et par leur distribution suivant les exigences du relief actuel. Ces dépôts existent, en effet, dans le Jura méridional et sont relativement *antiques*. Il est naturel aussi que ces dépôts antiques soient en relation de contact avec les dépôts quaternaires et récents et qu'ils leur aient fourni des matériaux. Ce côté des phénomènes terrestres n'a pas encore attiré l'attention des géologues.

Dans le Jura, on trouve des preuves nombreuses et diverses de la continuité des causes qui ont formé le modelé actuel, en laissant çà et là des témoins de désagréations et de ravinements successifs. Il faut savoir aussi que le massif jurassique a pris son relief principal à une époque géologique bien plus récente qu'on ne le croit généralement. Il y a dans son intérieur des lambeaux de *gault*, de *craie* et de *mollasse marine* qui exigent l'abaissement de la plus grande partie du Jura jusqu'à la fin de l'époque tertiaire. On remarque que cette mollasse s'est déposée dans des vallées déjà limitées, puisqu'elle commence souvent par un conglomérat de roches locales jurassiques ou néocomiennes; ainsi, elle s'appuie sur le corallien le long du bord bressan et est relevée avec lui; dans le massif elle repose sur le néocomien et souvent en discordance, bien que tous deux aient ensuite obéi ensemble à des redressements. Avant que cette mollasse fût portée à de grandes hauteurs dans le massif et relevée sur le pourtour quelquefois jusqu'à la verticale, comme à Ceyzériat, au bord de la Bresse, il y a certainement des ablations de diverses natures sur des parties successivement émergées. Il est probable que la craie était déjà démantelée puisqu'on ne retrouve ses débris que sur des points isolés, sur quelques cols ou flancs de montagne et dans des positions étranges, de telle sorte qu'avec le relief actuel il est impossible de s'expliquer comment ils sont venus et comment ils sont restés là où on les observe maintenant.

L'étude attentive du Jura révèle assez nettement plusieurs des phénomènes qui ont concouru à sa formation; en voici quelques uns.

1° De puissantes ablations de la craie, du néocomien et du jurassique ont eu lieu avant l'époque quaternaire et probablement à diverses reprises ou avec une certaine continuité.

2° Le relief s'est profondément modifié pendant et plus visible-

ment après ces ablations, tant par leur continuation, que par des mouvements orographiques, de manière à isoler sur des points élevés des lambeaux de terrains de transport et des accumulations de détritits assez semblables à certains terrains quaternaires, mais offrant une collection toute différente de matériaux et une indépendance toute particulière.

3° Les détails et l'ampleur du relief actuel du Jura étaient tels qu'ils existent actuellement bien avant les premières manifestations de l'époque quaternaire, qui a fourni des dépôts parfaitement distincts, continus et disposés suivant les exigences de ce relief, lequel relief n'a pas changé depuis, sauf une certaine exaltation régionale à l'époque du passage au régime actuel.

Les dépôts superficiels qui attestent des érosions ou ablations antérieures à l'époque quaternaire sont très-différents les uns des autres et ne peuvent guère être classés chronologiquement. Il en est cependant qui se placent assez bien après la craie et avant la mollasse marine, parce qu'ils ne contiennent que des débris de la craie, du gault, du néocomien et du jurassique, mais jamais de mica, minéral fort répandu dans les couches marines et d'eau douce de la mollasse. Ces dépôts n'existent plus que sur quelques points assez rares au nord, au sud et à l'ouest des deux localités assez voisines où la craie existe encore en place dans l'Ain et le Jura, à Leissard et à Lains.

Généralement ces dépôts sont formés d'une terre rouge, ferrugineuse, argileuse, englobant des sables, graviers, cailloux et fragments provenant de toutes les roches de la contrée jusqu'à la craie inclusivement. Les silex y dominent et l'on distingue facilement ceux qui proviennent de la craie de ceux qui proviennent du néocomien, du corallien et de l'oolithe; on distingue aussi ceux qui viennent du gault et qui sont tout différents des autres, en ce sens que ce sont de petits cailloux arrondis de silex blancs, bleus ou rosés, que l'on retrouve tout semblables et en place à la base du gault sur les quelques points où il reste encore de petits lambeaux de gault; ces petits cailloux sont en quelque sorte des fossiles du gault. Voici quelques localités où on peut observer ces sortes de dépôts antiques : entre Poncein et Avrillat, près et au nord d'Avrillat, sur le col de la chaîne de la rive droite de l'Ain, traversé par la route de Poncein à Arthurieux, sur le revers oriental du signal de Chenavel, dans la vallée du Surand sur le flanc de la première chaîne jurassique aux environs de Dhuy et de Chavannes, enfin, dans le Jura, au nord et à l'ouest de Lains et de Saint-Julien, par exemple sur le col traversé par le sentier de Liconnas à la

Balme-d'Épy, etc., etc. Disons encore que ces dépôts reposent indifféremment sur le néocomien ou sur le jurassique et qu'ils remplissent souvent des poches creusées dans les roches en place.

D'autres dépôts superficiels résultent, comme nous l'avons dit en commençant, de l'accumulation sur place des résidus de la décomposition des roches, surtout des calcaires ferrugineux. Ils sont partout répandus et sont en voie de formation depuis l'émer-sion des surfaces où on les observe. Leur disposition est très-uniforme, surtout sur l'oolithe; en haut, c'est une sorte de terre argilo-ferrugineuse avec silex épars, au milieu, la même terre avec des lignes de silex encore à leur place de stratification, en bas encore la même terre et les mêmes silex, plus des fragments de calcaire d'abord épars, puis continus, et enfin la roche en place plus ou moins altérée dans les fissures et les poches qui la traversent.

La grande nappe des glaciers des Alpes a traversé la pointe méridionale du Jura; le Jura a eu aussi ses glaciers propres, et en dehors des grandes chaînes il y a eu de petits glaciers isolés, éphémères. Or, on voit partout que les glaciers ont remanié ces résidus de la désorganisation des roches et les ont mélangés avec d'autres matériaux charriés de plus loin; mais là où les glaciers n'ont pas passé, comme dans la partie occidentale du Bugey, où l'oolithe occupe la plus grande surface, les dépôts en question n'ont pas ou presque pas été dérangés et on les voit partout répandus, souvent avec des épaisseurs de plusieurs mètres, tant sur les sommets et les pentes, que dans le fond des vallées. Ces dépôts ont donc commencé avant l'époque quaternaire et n'ont pas été dérangés par une action torrentielle, diluvienne ou cataclystique. Seulement, les eaux qui ont déposé le limon superficiel et post-glaciaire qui couvre la Bresse ont emprunté au pied de la première chaîne du massif des matériaux de la roche jurassique désagrégée, et on voit, par exemple, que les silex de l'oolithe, dits *charvérons*, ont été disposés dans ce limon jusqu'à 2 ou 3 kilomètres du rivage montagneux, ce qui n'a pu avoir lieu que par des glaces flottantes, ou par des débâcles annuelles. Sur bien des points de ce rivage jurassique on ne saurait marquer l'endroit où le limon bressan finit et où commence le revêtement ocreux à *charvérons*.

Une autre espèce de dépôts superficiels dont je m'occuperai est celle des *groises* ou éboulis fragmentaires au pied des abrupts et sur les pentes rapides. Le sujet est peu intéressant par lui-même, mais on a trouvé dans ces *groises*, lors de l'exécution du chemin

de fer de Lyon à Genève, au bas de la rampe qui descend de Tenay aux Hôpitaux, tout près du petit lac sourd, des ossements d'*Elephas primigenius*.

Il y a ici une sorte de vallée d'écartement très-étroite dans les assises calcaires du corallien et du kimméridien, qui sont à peu près horizontales, mais qui se relèvent bientôt de chaque côté pour obéir aux inflexions des chaînes latérales. De Tenay aux Hôpitaux, la vallée est entièrement encombrée de groise, dont les talus se touchent par la base. Le chemin de fer coupe le pied de ces talus et y a emprunté ses remblais. C'est dans un de ces emprunts, à 4 mètres de profondeur, c'est-à-dire à la base du talus et toujours dans une groise identique, que l'on a trouvé des ossements d'*Elephas primigenius* réunis sur un seul point, mais brisés et très-fragiles. Je présente à la Société la seule dent qui ait été recueillie.

Quel est l'âge géologique de ces groises ?

Dans leur ensemble elles sont de toutes les époques ; ici, comme partout, elles ont commencé dès l'ouverture de la vallée, c'est-à-dire bien avant l'époque quaternaire, et elles n'ont pas été dérangées par une action torrentielle quelconque. Or, si l'on attribue, comme cela est naturel, à la période glaciaire la plus grande partie de ces groises, il en résulte que l'*Elephas primigenius* est antérieur à l'époque quaternaire, puisqu'il est dans la base de la groise et que le talus de cette groise ne s'augmente plus ou presque plus depuis la fin de la période glaciaire. Il y a de cela une autre preuve directe et locale : c'est que les matériaux erratiques alpins se mêlent à la partie tout à fait superficielle de ces mêmes groises à quelques centaines de mètres plus au sud, au pied du plateau de Fays. J'ai expliqué (*Bull.*, 2^e sér., t. XX, p. 352) que ces matériaux alpins sont descendus de la montagne par Ordonnaz, où de nombreux blocs existent. Le fond de la vallée qui nous occupe apparaît donc comme étant resté tout près, mais en dehors des nappes de glaces descendues des Alpes ; d'un autre côté rien dans les environs n'indique qu'il y ait eu là un glacier propre au Jura, bien que les fortes gelées de l'époque aient été la cause des grands entassements de groise et d'éboulis.

En dehors de la localité de Tenay et des Hôpitaux on a d'autres preuves que les groises et les éboulis se sont formés surtout pendant la période glaciaire. On les voit, en effet, partout mêlés aux matériaux erratiques alpins ; le flanc occidental des montagnes du Bugey en fournit une foule d'exemples, dont quelques-uns montrent qu'il ne s'est pas ou presque pas formé de groises et d'éboulis

après l'époque glaciaire, comparativement du moins aux grandes masses attribuables à l'époque glaciaire.

Une dernière considération, c'est que cette vallée sinueuse, formée d'une suite de ruz et de cluses, parcourue par le chemin de fer et dont le point culminant à l'est de Tenay est à une altitude de 367 mètres, n'offre partout que des groises et des éboulis, variables selon la roche locale, mais jamais mélangés avec des matériaux étrangers. Cette vallée, qui coupe le massif jurassique, n'a donc jamais été parcourue par des *courants diluviens* ; et cependant les dépôts erratiques alpins avec boue et blocs sont à 8 ou 900 mètres d'altitude sur les chaînes voisines d'Ordonnaz et de la Chartreuse-de-Portes, dans les vallées d'Armix, Prémillieu, Thézillieux ; et cependant les deux issues de la vallée, à Rossillon et à Ambérieux, sont barrées par ces mêmes dépôts erratiques alpins, dont l'arrangement est ici une question à part.

Concluons donc que, s'il y a eu des *torrents diluviens*, ils ne résultaient pas de cataclysmes ravageurs tombant sur les montagnes et rayonnant au loin. Donc, s'il n'y a eu, comme je le crois, qu'une seule ancienne extension des glaciers, le classement des terrains quaternaires deviendra facile quand on saura bien ce qui s'est passé avant, pendant et après cette période glaciaire.

M. G. de Mortillet présente les observations suivantes :

Age des débris d'Elephas primigenius trouvés près de Tenay (Ain) ; par M. G. de Mortillet.

M. Benoît vient de donner de fort intéressants détails sur la géologie du département de l'Ain. Je me plais à reconnaître la parfaite exactitude de tout ce qui regarde l'observation directe, mais je ne suis pas entièrement d'accord avec lui pour ce qui concerne certaines appréciations.

M. Benoît a entre autres parlé des *groises* ou talus d'éboulis des environs de Tenay, dans lesquels on a trouvé des débris d'*Elephas primigenius*, au moment de la construction du chemin de fer de Genève à Lyon. Pour lui ces groises sont anté-glaciaires. Il est évident qu'il doit y avoir des éboulis de diverses époques ; il s'en forme encore de nos jours ; mais l'important est de déterminer de la manière la plus précise possible l'âge de ceux qui contenaient les ossements d'Éléphant. Il faut donc circonscrire la question. Eh bien, je crois pouvoir affirmer que le talus d'éboulis qui a été exploité pour les remblais et le balast au sud-est de Tenay, pen-

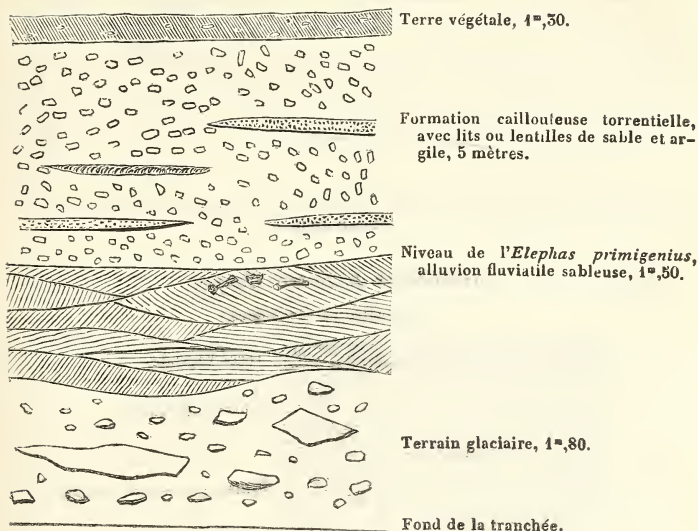
dant la construction du chemin de fer, est post-glaciaire. En effet, ce talus forme un dépôt très-meuble, très-mouvant, nullement tassé, s'éboulant au fur et à mesure qu'on l'entamait pour en extraire du cailloutis. Il en aurait été tout autrement s'il datait d'avant l'époque glaciaire. En effet, il aurait eu à supporter pendant de longues années, pendant même des périodes d'années, une masse de glace épaisse de 7 à 800 mètres. Le poids énorme de ce revêtement, qui moutonnait, polissait et striait les roches les plus dures, était bien suffisant pour tasser et comprimer fortement les matériaux de l'éboulis; et ce tassement, comme je viens de le dire, n'existe pas.

Ce n'est point là une simple hypothèse; c'est un raisonnement basé sur des faits positifs. En Suisse, dans toute la Savoie et dans une partie du département de l'Ain, le terrain quaternaire renferme des alluvions anté-glaciaires, des dépôts glaciaires et des alluvions anciennes mais post-glaciaires, alluvions des terrasses. Quand le glaciaire est interposé entre les deux alluvions anciennes, il est facile de reconnaître leur âge respectif; mais, là où les dépôts glaciaires font accidentellement défaut ou bien sont enclavés dans le sol, il serait parfois difficile de savoir si l'on a affaire aux alluvions qui ont précédé les glaciers ou à celles qui les ont suivis, si le tassement des matériaux ne venait offrir un excellent caractère distinctif. J'ai déjà signalé ce caractère, en 1850, à la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles qui a eu lieu à Aarau. Le tassement occasionné par le poids des glaciers est tel, qu'à la Boisse, près de Chambéry, existe une assise de sable, parfaitement pur, si fin qu'on ne l'emploie qu'en crépissages; cette assise, dont les éléments ne sont cimentés par rien, offre pourtant des coupes verticales qui résistent parfaitement aux intempéries atmosphériques. Il y a loin de là à la nature meuble et éboulante des éléments de la groise des environs de Tenay. Ce talus de groise non-seulement est beaucoup plus meuble que les alluvions anciennes supérieures au glaciaire, mais même que les alluvions actuelles du fond des vallées. Il ne peut donc, avec son *Elephas primigenius*, qu'être post-glaciaire.

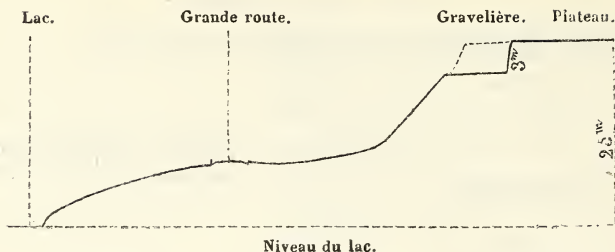
Du reste, dans le bassin du lac de Genève et dans la vallée de l'Isère, au nord et au sud de Tenay, l'*Elephas primigenius*, parfaitement caractérisé, a été constaté dans des gisements clairement post-glaciaires, comme l'établissent les deux coupes suivantes :

Coupe de la tranchée de la Peyraude. Tullins.

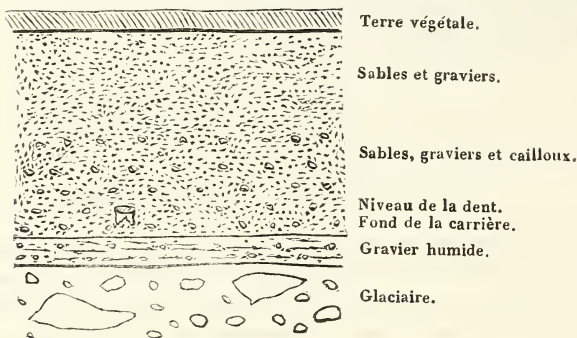
Échelle 1 millimètre par décimètre.



La première est prise dans une tranchée faisant partie des travaux du chemin de fer de Grenoble à Valence. Cette tranchée a été ouverte, au lieu dit la Peyraude, dans un ancien et vaste cône de dégorgement ou de déjection, sur lequel est bâti la ville de Tullins. La base montre, sur une hauteur de 1^m,80, les bancs glaciaires avec leurs blocs anguleux et leurs cailloux striés caractéristiques. Au-dessus il y a environ 1^m,50 de sables, plus ou moins gros, avec la stratification enchevêtrée fluvatile. Ces sables, qui ne se trouvent qu'à quelques mètres au-dessus des alluvions actuelles de l'Isère, sont recouverts de plus de 3 mètres de pierres roulées, formation torrentielle à stratification irrégulière, avec intercalation de lits interrompus ou vastes lentilles aplaties de terre argileuse et surtout de sable. Le tout se termine par 25 ou 30 centimètres de terre végétale pierreuse. C'est au sommet de l'assise sableuse, sous celle des pierres roulées, qu'on a rencontré des défenses, des molaires et des ossements d'*Elephas primigenius* groupés et tellement bien conservés qu'on ne peut pas admettre qu'ils aient été remaniés. Cette découverte, avec tous ses détails, a été parfaitement constatée par M. Lory, et les objets trouvés peuvent se voir, en partie, au Musée de Grenoble.

Position de la gravière de Lutry.*Gravière de Lutry. Coupe.*

1 millimètre par décimètre.



La seconde coupe est prise à Lutry, près de Lausanne. Elle m'a été indiquée par Zollikofer. Au bord du plateau, élevé à 25 mètres au-dessus du lac et qui domine la grande route, se trouve une gravière. On exploitait le gravier sur 3 mètres de hauteur, et c'est vers la base de la partie exploitée qu'on a rencontré une dent parfaitement conservée, non roulée, et par conséquent pas remaniée, d'*Elephas primigenius*. La gravière repose sur les argiles glaciaires, mais on laisse toujours au-dessus une petite assise de gravier pour se préserver de la boue et de l'humidité.

La dent d'Éléphant trouvée à Lutry est au Musée de Lausanne, où l'on voit aussi d'autres débris de l'*Elephas primigenius* trouvés dans des conditions analogues à Dizy et au Boiron, près de Morges.

Les deux gisements que je viens de figurer prouvent très-clairement que l'*Elephas primigenius* a vécu dans le Dauphiné et en Suisse après la grande période glaciaire des Alpes, fait qui se trouve encore confirmé par le gisement de Tenay.

M. Benoit, répondant à M. de Mortillet, dit qu'il n'est pas partisan de la théorie de l'affouillement par les glaciers, et qu'il ne comprend pas comment la pression peut, à elle seule, solidifier les terrains meubles; d'ailleurs la localité de Tenay était en dehors des grandes nappes de glaces descendues des Alpes. Quant à l'âge de l'*Elephas primigenius*, il est bien certainement anté-glaciaire suivant les faits les plus positifs connus, en Europe du moins.

M. Daubrée présente, au nom de l'auteur, la note suivante :

Approvisionnement d'eau pour Vienne; par M. Ami Boué.

Si la géologie est une science si attrayante à cause des méditations théoriques de tout genre auxquelles elle donne lieu, si elle forme pour ainsi dire le complément de la minéralogie, de la chimie, de la physique, de la géographie et de l'histoire naturelle, elle m'a offert toujours un intérêt tout particulier par ses applications immédiates à la vie usuelle. Parmi ces dernières se trouvent, sans contredit, les mines, quoique le géologue ne puisse vraiment s'intéresser qu'aux exploitations basées sur de saines doctrines ou essayées comme épreuves pour des hypothèses géogéniques. D'une autre part, vu la nécessité de l'eau potable pour l'homme, la recherche des sources, des nappes d'eaux souterraines, a eu toujours pour moi un charme particulier; mais plus un lieu recèle de consommateurs, plus il devient difficile de fournir à chacun sa part de bonne eau, tout en en réservant une autre pour des usages plus communs. Ce dernier besoin a donné lieu à des travaux et à des publications à ce sujet pour plusieurs capitales de pays ou de provinces, parmi lesquelles il suffit de rappeler: pour Paris, le beau travail de M. Delesse; pour Londres, les mémoires de MM. Prestwich, Braithwater, Mylne, Clutterbuck, Burnell, etc.; pour Strasbourg, celui de M. Lornier; pour Dorpat, celui de M. Schmidt; pour Munich, celui de M. Pettenkofer, etc. — A ces intéressants rapports est venu se joindre, cette année, celui de la *Commission municipale de Vienne pour l'approvisionnement de l'eau de cette agglomération de près de 600,000 âmes*. Comme géologue y figurait un de nos savants les plus distingués, M. Suess, à qui cette œuvre est probablement redevable d'avoir été basée sur tant d'observations et de vérités géologiques. Son champ n'était pas si simple que pour tant d'autres grandes villes établies la plupart sur des terrains d'alluvion et

tertiaires, et entourées tout au plus à distance de terrains secondaires. Vienne a bien aussi un sol alluvial et tertiaire assez récent, mais, étant à la porte des Alpes, l'origine des eaux qu'on peut y amener participe à tous les accidents orographiques des hautes chaînes. Cette particularité a nécessité dans ce beau rapport (in-4° de 295 pages avec 21 planches, y compris 2 cartes géologiques et 2 planches de coupes), un chapitre à part sur les *gîtes multiples de nos sources*, avec des vignettes illustratives. A Vienne, nos puits, dont chaque maison est fournie, sont alimentés par des nappes d'eau dans les alluvions ou dans les couches un peu sableuses de notre argile marneuse bleuâtre, le *Tegel*. Les lits aquifères de ce dernier donnent lieu en général à des puits plus ou moins artésiens ou d'eau ascendante. M. Ed. Suess nous a donné en 1862, sur ce sujet, les plus amples détails dans son bel ouvrage in-8°. Le sol de la ville de Vienne, d'après son mode de formation, sa constitution et ses rapports avec la vie civile (*Der Boden der Stadt Wien*, etc., 326 p., avec 1 carte géol. et 21 vign.). — Dans le bassin de cette capitale et les Alpes voisines, on remarque surtout six *sortes de sources*, savoir, celles qui longent des couches inclinées, celles qui se rassemblent au centre de l'arc de couches courbées, celles qui naissent dans des fentes, ou dans des plissements, ou dans des failles, enfin celles qui résultent de l'obstacle mural offert aux cours souterrains d'eau par la formation de Gosau, ou bien par des dépôts d'alluvion au pied des Alpes. La conséquence de ce dernier cas est la présence de nappes aquifères à divers niveaux dans ces agrégats, qui combinent surtout en masses énormes la partie méridionale de notre bassin. Ces cours d'eau forment pour la Commission les *sources basses*, tandis que celles dans les montagnes calcaires secondaires sont appelées *hautes*. Une troisième classe est celle des *sources thermales*, qui sourdent de la faille un peu ondulée, courant S. S. O. — N. N. E., le long des Alpes calcaires de Fischau et de Brunn jusqu'à Mödling, en paraissant surtout au jour à Vöslau et à Baden. Leur sortie de terre est la plaine, parce que le côté oriental de la faille est descendu fort bas. La plus grande partie du terrain schisteux cristallin et des grauweekes des Alpes, y compris certaines parties du trias, s'est détachée de cette chaîne dans sa partie orientale et s'est affaissée profondément, en ne laissant sur la lèvre occidentale de la fente que les petites sommités du calcaire liasique ou du dachstein et de roches jurassiques. Le trias, soit en grès, soit en calcaires foncés, sépare (irrégulièrement, il est vrai), la grauwacke alpine d'avec le lias et le Jura, tout aussi bien qu'il reparait au milieu de ces derniers dépôts au moyen d'une grande

fracture courant presque O. S. O. à E. N. E. depuis les Zeller-Alpen, par Turnitz, jusqu'à Mödling. Ce n'est qu'au nord des massifs jurassiques et vers le Danube que vient la zone arénacée éocène, le grès de Vienne, recouvert par le miocène ou néogène. Grâce à cette étude définitive de nos Alpes calcaires, on comprend bien à présent l'absence de presque tout l'éocène dans la partie sud du bassin de Vienne, son fond n'étant qu'une partie affaissée de l'ossature inférieure des Alpes.

Nos sources thermales ne sourdent qu'à l'entre-croisement de ladite grande faille alpine avec de petites brisures latérales ou transversales aux couches de ces montagnes. Elles ne sont que rarement hydro-sulfureuses et très-chaudes comme à Baden et à Mödling, parce qu'elles reçoivent ailleurs trop d'eaux froides, les montagnes voisines du calcaire liasique formant, par ses nombreux fendillements, comme une éponge pour les eaux pluviales.

Le rapport de la Commission se recommande à l'attention du public, outre ses observations géologiques, par ses recherches chimiques et microscopiques sur les eaux, soit fluviales (Danube, Traisen, Leitha, etc.), soit de sources diverses, puis surtout par ses travaux de longue haleine sur la place des nappes aquifères, leur cours, la quantité de leurs eaux pendant les diverses saisons, leur altitude absolue, etc., etc.

Avant 1835, l'approvisionnement de l'eau de Vienne avait lieu au moyen des puits des maisons et de quelques sources provenant du sol tertiaire des environs.

Ces dernières étaient les meilleures et les plus pures, tandis que l'eau des puits était très-souvent rendue peu potable à cause de parties salines ou surtout à cause de l'hydrogène sulfuré. Ce dernier gaz résultait surtout de la décomposition de boules pyriteuses du Fegel, aussi cessait-il quelquefois de se développer pour reparaître plus tard. L'habitude avait accoutumé le palais des Viennois à ces mauvaises eaux, et il arrive même encore dans la cité qu'on boit de ces eaux, dont les parties salines proviennent évidemment de filtrations des égoûts ou des conduits des latrines. (Le système des basses fosses de Paris n'existe pas à Vienne et y exigerait, vu le sol alluvial et argileux, des constructions hydrauliques particulières; des canaux souterrains conduisent immédiatement tout le contenu des latrines dans le Danube et détériorent ainsi les eaux de son bras dit le canal).

En 1835, l'empereur Ferdinand I, de bonne mémoire, fit ériger partout des fontaines en bronze (avec cuvette en pierre et gobelet à boire, en fer-blanc), alimentées par une machine à vapeur éta-

blie à côté du Danube, au-dessus de Vienne. Cette distribution commença en 1841 et fut alors une véritable fête populaire sans avoir besoin d'un ordre supérieur. Cet établissement, amélioré et agrandi à diverses époques, a coûté, jusqu'en 1863, 2,181,210 florins. Il alimente 247 fontaines y compris les fontaines de quelques instituts et maisons particulières, et fournit par jour 136,500 seaux (*Eimer*) d'eau, tandis que l'eau pour l'arrosage des rues en été est tirée de la Wien ou du Danube et charriée en tonneaux.

Or, au-dessus de Vienne sont des villages et des bourgs; la branche du Danube où puise la machine à vapeur n'est pas le grand bras de ce fleuve; la population s'accroît tous les jours; on désire fournir de l'eau à chaque étage et à chaque locataire des maisons; on désire une eau d'arrosage moins sale; l'eau du Danube n'est pas assez pure, et en été elle est beaucoup trop tiède, etc.; bref, toutes ces considérations administratives et sanitaires ont amené à la nomination d'une Commission municipale pour chercher des eaux plus convenables, d'autant plus qu'on est si près des Alpes, ce grand réservoir des eaux à basse température.

La Commission s'est arrêtée à la réunion de trois sources d'eau excellente, savoir, celle du *Kaiserbrunn*, derrière le haut Schneeberg dans le Hollenthal, une fente jurassique, avec une température de 4 1/2 à 5° Réaumur en été, mais à environ 44,000 toises de Vienne, et à 907 pieds viennois de hauteur au-dessus du Danube à Vienne.

2° La source de *Stixenstein*, à 721 pieds de hauteur dans la vallée de Sirning et dans la zone calcaire, avec 6 à 8,0° de température tout l'été et à environ 36,000 toises de distance de Vienne.

3° La source d'*Alta*, à 272 pieds (ou après un creusement à 248 pieds) dans la vallée de Pitten ou la zone de grauwacke, sortant en torrent tout formé d'une caverne avec une température de 7 à 8,0° en été et à 29,000 toises de distance de Vienne.

L'altitude des différents quartiers de Vienne avec ses grands faubourgs et ses populeuses bourgades hors de la ligne de l'octroi ne dépasse pas 250 pieds sur le Danube; donc, ces trois sources peuvent alimenter trois réservoirs à 278 pieds de hauteur sur le Danube, d'où aura lieu la distribution de l'eau dans les fontaines, les maisons et les étages de ces dernières. L'eau des sources arrivera à Vienne par de petits souterrains voûtés, etc., etc.

Les ingénieurs ont calculé que pour un million d'habitants Vienne aurait besoin de 3,231,044 pieds cubes d'eau par jour, et que le coût de cette entreprise demandant une conduite d'eau de 54,330 toises de longueur s'élèverait à 16,034,506 florins. Or la

source du Kaiserbrunn donne 12,96 pieds cubes d'eau par seconde, ou 625,536 *Eimer* par jour, la source de Stixenstein 561,000 à 634,000 *Eimer* par jour, suivant le mois, et la source d'Alta de 200,000 à 407,000 *Eimer*.

La Commission a pris la peine de réfuter l'opinion vulgaire de l'influence de certaines eaux de montagnes sur le goût; elle savait bien que la science rejetait cette explication, mais elle a voulu néanmoins par des documents authentiques prouver la futilité de cette erreur.

Séance du 20 mars 1865.

PRÉSIDENCE DE M. GRUNER.

M. P. Marès, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

CORNET (François), ingénieur civil, directeur du charbonnage de Sars-Longchamp, à Saint-Vaast, près de Mons (Belgique), présenté par MM. Albert Toilliez et G. Dewalque ;

JACQUEMIN (Adrien), à Saint-Dizier (Haute-Marne), présenté par MM. Hébert et Munier-Chalmas.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Albert Gaudry, *Animaux fossiles et géologie de l'Attique*, in-4, 11^e livraison; Paris, 1865; chez F. Savy.

De la part de M. H. Coquand, *Géologie et paléontologie de la région sud de la province de Constantine* (*Mémoires de la Société d'émulation de Provence*, t. II, 1862), in-8, 342 p.; atlas in-4, 35 pl. Marseille, 1862, chez Arnaud et comp^e.

De la part de M. l'abbé D. Haigheré, *Notice sur la vie et les*

travaux de M. Bouchard-Chantreaux, in-8, 20 p. Boulogne-sur-Mer, chez Ch. Aigre, 1865.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences, in-4, 1865, 1^{er} sem., t. LX, n^{os} 10 et 11.

Bulletin de la Société de géographie, in-8, janvier 1865.

L'Institut, in-4, n^{os} 1627 et 1628; 1865.

Mémoires de la Société imp. d'agriculture, etc., d'Angers, t. VII, 3^e cahier, 1864, in-8.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs, t. VIII, 1863; t. X, 1864, in-8.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, décembre 1864, in-8.

Société imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc., janvier 1865, in-8.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, t. XVII, 2^e part., 1864, in-4.

The Athenæum, n^{os} 1950 à 1951; 1865, in-4.

Revista minera, n^o 355, 15 mars 1865, in-8.

The Canadian Journal of industry, science and art, janvier 1865, in-8.

M. Hébert lit la note suivante de M. Renevier :

Géologie du massif de l'Oldenhorn et du col du Pillon; par M. E. Renevier, professeur à l'Académie de Lausanne.

La seconde de mes *Notices géologiques et paléontologiques sur les Alpes vaudoises* va paraître bientôt, avec carte coloriée et coupes à l'échelle, dans le *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*. Il ne sera sans doute pas inopportun que je donne auparavant un résumé de ce travail dans le *Bulletin de la Société*.

L'Oldenhorn, qui sert de limite commune aux trois états de Vaud, Berne et Valais, est voisin des Diablerets, et présente une structure géologique analogue, mais plus simple, et qui servira de base pour débrouiller la stratigraphie de cette montagne classique. Le massif de l'Oldenhorn est limité au N. O. par le passage du col du Pillon; ces deux régions sont très-différentes en géologie aussi bien qu'en orographie, et paraissent séparées

par une grande *faille*, qui met constamment en contact les terrains *crétacés* ou *nummulitiques* avec le *trias*.

Le col du Pillon se compose de bandes parallèles de *gypse*, de *cargneule* et de *schistes noirs friables*, jusqu'ici sans fossiles; il fait partie d'une *zone triasique*, qui se continue au N. E. dans les Alpes bernoises par le col de Chrinnen, Lauenen, etc., et au S. O. dans les Alpes vaudoises par le col de la Croix d'Arpille, etc.

Le massif de l'Oldenhorn fait au contraire partie de la *zone crétacéo-nummulitique* des Alpes, qui constitue les sommets les plus élevés de la chaîne au N. du Rhône. Cette zone se poursuit au N. E. dans les Alpes bernoises, et au S. O. par les Diablerets, Argentine, la Dent de Morcles, la Dent du Midi, etc., c'est-à-dire au travers des Alpes vaudoises et bas-valaisiennes, jusqu'en Savoie. J'ai reconnu dans ce massif les terrains suivants :

a. *Néocomien*, formé de schistes brunâtres très-épais, avec fort peu de fossiles.

b. *Urgonien*, représenté par un calcaire blanc compacte (*Schratzenkalk* de M. Studer), avec :

Requienia ammonia (Goldf.), Math.

— *Lonsdali* (J. Sow.), d'Orb.

Terebratula sella, J. Sow.

Rhynchonella Gibbsiana? (J. Sow.), Dav.—(Syn. *R. lata*, d'Orb.)

Pygaulus Desmoulini?, Ag.

c. *Nummulitique*, composé de quatre assises lithologiquement distinctes, qui sont de bas en haut :

1° *Couche fossilifère*, peu épaisse, correspondant tout à fait à la couche à Cérîtes des Diablerets, et contenant en très-grande majorité les mêmes espèces. Les plus fréquentes dans le massif de l'Oldenhorn sont :

Chemnitzia costellata (Lk), d'Orb.

Natica angustata, Grat.

Cerithium Diaboli, Brong.

— *elegans*, Desh.

— *plicatum*, Brug.

Cytherea Vilanovæ, Desh.

Cardium granulosum, Lk.

Trochomilia irregularis (Desh.), Edw. et Haime.

2° *Grès quartzeux*, brunâtre, à grains grossiers, scintillant au soleil, assez épais, mais pour le présent sans fossiles.

3° *Calcaire à Nummulites*, gris noirâtre, très-épais, le même que

j'ai déjà signalé dans les autres régions de nos Alpes (*Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., XII, p. 98 et 103), ne contenant guère que des foraminifères, des oursins et des bryozoaires. Les espèces les plus ordinaires sont les suivantes :

Vummulites striata (Brug.), d'Orb.

— *Ramondi*, Defr.

— *Murchisoni*, Brunn.

Operculina ammonica, Leym.

Orbitoidea submedia, d'Arch.

— *Fortisii*, d'Arch.

— *stellata*, d'Arch.

Cette assise est clairement, dans toutes nos Alpes, et sans aucune erreur possible, *supérieure* à la couche à Cérîtes des Diablerets.

4^e *Schistes feuilletés*, grisâtres, épais, mais très-pauvres en fossiles. Dans cette région je n'en ai point trouvé ; ailleurs ils contiennent quelques bryozoaires.

Il est remarquable de voir dans tout ce massif le nummulitique reposer immédiatement sur l'urgonien, sans aucune intercalation des étages crétacés moyens, *rhodanien*, *aptien*, *gault*, *cénomaniens*, qui se retrouvent un peu plus au sud, à Cheville, à Argentine, à la Dent de Morcles et à la Dent du Midi.

Ce qu'il y a de plus intéressant dans cette contrée, c'est la *disposition orographique* des couches, qui rappelle tout à fait celle du Jura. Le calcaire urgonien forme pour ainsi dire l'exosquelette de la montagne ; il est fortement ondulé, et les voûtes les plus saillantes sont rompues, de façon qu'elles laissent apparaître les schistes néocomiens sous-jacents. Quant au nummulitique, il ne se trouve que par lambeaux, contenus en général dans les replis de l'assise urgonienne. Il en résulte des *combes* et des *vallons*, comme dans l'orographie jurassienne ; seulement les deux lèvres d'une combe et les deux flancs d'un vallon, qui dans le Jura sont symétriquement disposés, se rapprochent dans les Alpes, l'un de l'horizontale et l'autre de la verticale. En d'autres termes, l'axe de l'ondulation, qui est horizontal dans le Jura, se trouve dans les Alpes fortement incliné.

Cette disposition est particulièrement sensible de Gsteig au Sanetsch (canton de Berne), qui montre une succession de *vallons nummulitiques* et de *combes néocomiennes*.

Le soulèvement de cette chaîne me paraît dès lors être le résultat de deux actions principales, qui ont pu s'effectuer à des

époques très-éloignées l'une de l'autre, mais en tout cas postérieures à la fin de l'ère nummulitique. Une *première* action a dû produire les ondulations du sol, et donner lieu à une chaîne très-analogue au Jura ; après quoi une *seconde* action, semblable à un bombement, a dû agir inégalement sur le massif en question, et incliner l'axe de l'ondulation précédente. Ce résultat m'a paru assez remarquable pour mériter l'attention de mes confrères de la Société géologique.

Enfin, mes études dans le massif de l'Oldenhorn confirment tout à fait l'opinion émise par de Charpentier (*Essai sur les glaciers*, p. 101), que les *Lapiés* ou *Karrenfelder* doivent être attribués à l'érosion glaciaire, c'est-à-dire à l'action dissolvante de l'eau tombant goutte à goutte des crevasses des glaciers sur une surface calcaire. Je n'ai effectivement rencontré ces profondes ornières ou entailles, plus ou moins parallèles, que sur les roches calcaires ; dans cette région, ce sont les calcaires urgonien et nummulitique qui en sont sillonnés, et presque partout où ils présentent une surface de quelque étendue ils constituent des lapiés. J'ai trouvé ceux-ci immédiatement en avant des glaciers, comme aussi dans des portions beaucoup plus basses de la montagne, loin de tout glacier actuel.

C'est là une preuve de l'ancienne extension des glaciers, à laquelle on a prêté jusqu'ici peu d'attention, mais qui me paraît destinée à faire reconnaître leur passage, d'une manière précise et incontestable, dans un grand nombre d'endroits. Je citerai pour exemple les environs d'Aix-les-Bains (Savoie), où le calcaire urgonien est à nu sur bien des points, et présente des lapiés parfaitement caractérisés, ressemblant à s'y méprendre au lapié urgonien qui borde l'extrémité inférieure du grand glacier de Saufleuron vers le passage du Sanetsch.

M. Benoît dit que les lapiés se sont *lapiés* par le glissement, sur des fissures déjà préexistantes, d'une eau tenant en dissolution de l'acide carbonique. Dans la région autrefois envahie par les glaciers propres du Jura, on en voit un grand nombre. Elles sont parfois si profondes qu'on peut y descendre, et leurs parois si minces, que le moindre coup de marteau suffit pour les briser.

M. Collomb lit une lettre de M. de Verneuil, dans laquelle il est question de quatre soulèvements nouveaux indiqués par M. Ponzi dans les environs de Rome.

M. Virlet fait la communication suivante :

Sur une faune pyrénéenne nouvelle des lignites miocènes d'Orignac; sur les ophites du pont de Pouzac et des environs de Bagnères-de-Bigorre; sur les phénomènes de diffusion moléculaire auxquels paraissent dus les quartz spongiaires des mêmes localités; par M. Virlet d'Aoust.

Le village d'Orignac, situé à 7 kilomètres au nord de Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), occupe la partie supérieure d'un plateau dont l'altitude n'est que d'environ 540 mètres (1). Ce plateau est formé par un dépôt d'argiles à lignites qui n'a pas moins de 70 mètres de puissance, vers son point culminant, occupé par l'église et le cimetière du village; il est recouvert par ci par là, par des amas de cailloux et de graviers qui vraisemblablement doivent être rapportés à l'époque diluvienne.

Les argiles qui composent ce dépôt sont de véritables glaises ou argiles plastiques d'un gris blanchâtre ou bleuâtre, présentant à la partie supérieure quelques taches colorées en rouge par de l'oxyde de fer. M. Debette, qui, dans sa *Notice sur les mines de la Bigorre* (2), donne quelques détails sur les lignites d'Orignac, dit que ces argiles, essayées dans les faïenceries de la vallée de Campan, y ont été reconnues de bonne qualité. Aujourd'hui, on les emploie à Orignac même, à la fabrication d'excellentes briques. Elles alternent vers la partie inférieure avec deux bancs ou couches de lignites séparés par un intervalle d'environ dix mètres (3).

(1) Comme, pour se rendre de Bagnères à Orignac, il faut franchir plusieurs côtes assez fortes, nous avons supposé, d'après nos impressions, que ce village devait être beaucoup plus élevé que Bagnères, dont le niveau au-dessus de la mer est de 550 mètres. Cependant pour nous en assurer nous nous sommes adressé à MM. le général Blondel et le colonel Hecquard, directeurs au Dépôt de la guerre, qui ont bien voulu nous autoriser à vérifier le fait à l'aide de la minute au 40,000^e de la carte de l'État major. L'altitude d'Orignac, à notre grand étonnement, déduite approximativement des courbes équidistantes, a été reconnue être non supérieure mais inférieure de 10 mètres à celle de Bagnères; ce qui tient à des contre-pentes très-développées, dont les inclinaisons insensibles avaient échappé à notre appréciation.

(2) Tome IV, page 91, de la 5^e série des *Annales des mines*.

(3) M. Debette, qui visitait ce gisement en 1853, alors qu'on venait d'y faire, sous la direction de M. Bigant, ingénieur civil, une série de sondages de reconnaissance qui ont fait octroyer la concession,

Ces bancs que nous avons reconnus, à l'aide d'un nivellement, fait de l'est à l'ouest, être à peu près horizontaux, ont une puissance moyenne de deux à trois mètres. Le banc supérieur seul a donné lieu jusqu'ici, à une exploitation qui n'est pas sans intérêt industriel, dans un pays où les bois deviennent chaque jour de plus en plus rares et de plus en plus chers. M. de Querrieu, le concessionnaire, qui porte un grand intérêt à l'agriculture, est parvenu à se servir de ces lignites avec beaucoup d'avantages à la cuisson de ses briques et de sa chaux qu'il livre maintenant à un prix qui la rend parfaitement applicable, comme amendement, à la culture des terres argileuses des environs. Enfin il fournit encore de ces lignites au chemin de fer de Tarbes qui les emploie également avec profit au chauffage de ses locomotives.

Le terrain argileux d'Orignac reposant en gisement discordant sur la formation nummulitique et même sur les poudingues dits de Palassou de M. Leymerie, reconnus comme la partie la plus récente des dépôts tertiaires éocènes des Pyrénées, sa limite inférieure se trouve ainsi bien établie, mais les argiles ne nous ayant offert aucune trace de fossiles, il eût peut-être été difficile de déterminer son âge réel, si les nombreux débris de mammifères rencontrés dans la couche supérieure de lignite, la seule qui ait encore été exploitée et fouillée, ne nous en avaient pas fourni les moyens.

Nous avons eu recours, pour la détermination de ces fossiles, à l'obligeance de M. Lartet, et voici d'après cet éminent paléontologiste, la liste des différents débris que nous lui avons soumis et que nous avons été heureux de laisser figurer dans sa collection pyrénéenne.

1° Une dent de *Dinotherium*, indéterminable.

2° Une petite molaire du *Rhinoceros Schleiermacheri*, de Kaup, déjà trouvé dans le dépôt miocène d'Eppelsheim, dans la Hesse-Rhénane.

par décret impérial, seulement le 49 septembre 4856, à M. Raoul de Gaudechard, marquis de Querrieu; cet ingénieur, disons-nous, donne le détail suivant du terrain compris entre les deux couches: « Il est formé par des argiles gris noirâtres ou plutôt bleuâtres au commencement, plus grises et plus siliceuses en approchant de la seconde couche, jusqu'à prendre la couleur et l'apparence du grès houiller pulvérisé. La seconde couche de lignite est composée de 0^m,30 de lignite compacte et de 2 mètres de lignite en lames alternant avec des couches minces d'argile bleuâtre; mais il est probable que sur d'autres points elle présentera comme la première plus d'homogénéité. »

- 3° Une dent de *Rhinoceros Goldfussii*, de Kaup, également rencontré à Eppelsheim.
- 4° Cinq à six molaires du *Tapirus priscus*, Kaup, aussi trouvé dans la même localité.
- 5° Une molaire inférieure du *Castor Jaegeri*, Kaup, id.
- 6° Une mâchoire inférieure d'un petit ruminant, le *Dorcatherium nani*, Kaup, idem.
- 7° A cette liste, il faut ajouter qu'en 1862 M. Vaussenot, alors ingénieur dirigeant l'exploitation de ces lignites, avait déjà communiqué à M. Lartet quelques fragments de Mastodonte trop incomplets pour pouvoir en reconnaître l'espèce, et quelques dents de Rhinocéros rapportables au *R. Goldfussii*.
- 8° Enfin, il faut encore ajouter les restes d'une nouvelle espèce d'Ours, provenant de ces mêmes lignites, qui ont été rapportés l'année dernière par M. le docteur Garrigou, qui y avait également recueilli des fragments du *Dorcatherium nani*.

Cette liste qui probablement s'augmentera par la suite d'autres espèces ou genres, présente déjà un assez grand intérêt en ce qu'elle accuse une faune qui n'a encore été reconnue qu'en Allemagne et qui est par conséquent toute nouvelle pour les régions pyrénéennes. Elle permet d'ailleurs de fixer, dès à présent, l'âge géologique des argiles à lignites d'Orignac qui se trouve être d'une époque un peu plus récente que celle des faluns de la Touraine.

Quant aux lignites, dont le ligneux est souvent à un état de parfaite conservation, il sera intéressant et possible d'arriver aussi à leur détermination ; en attendant, ils passent aux yeux des ouvriers et des gens du pays pour être les restes d'anciens châtaigniers avec le bois desquels ils ont bien en effet quelque ressemblance ; M. Vaussenot prétendait qu'on y avait reconnu les essences de *cèdres* et d'*araucaria*, mais les échantillons fort exigus et fort imparfaits, à la vérité, que nous avons soumis à M. Decaisne, ont seulement permis d'y reconnaître des débris de *conifères*.

Ophites de Pouzac et des environs de Bagnères. — Avant de rien dire de ces ophytes qui diffèrent essentiellement d'âge avec celles dont je me suis récemment occupé, je dois rappeler que le 10 août 1863, j'ai adressé à l'Académie des sciences, sous forme de lettre à M. Élie de Beaumont, une note ayant pour but de démontrer que l'ophite des Pyrénées proprement dite n'est pas autre chose qu'une roche métamorphique. Cette note n'a pu être insérée dans les *Comptes rendus*, mais elle a été reproduite par le journal l'*Institut* et par *Les Mondes* de M. l'abbé Moigno, et si je n'ai pas cru devoir en entretenir encore la Société, c'est

parce que je me proposais, auparavant, de compléter mes études, afin de ne lui présenter, en forme de monographie, qu'un travail complet embrassant toute la chaîne des Pyrénées.

L'occasion s'étant offerte de lui dire quelques mots des ophites de la Bigorre, je crois utile de faire précéder ce que j'ai à en dire de la reproduction de ma note de 1863, afin d'arriver à élucider plus facilement une question qui a toujours paru d'autant plus embrouillée, que les géologues ont souvent fait confusion et ont confondu jusqu'ici des roches qui, pour avoir entre elles quelques rapports minéralogiques, n'en sont pas moins géologiquement très-différentes.

L'Ophite des Pyrénées n'est pas une roche éruptive, mais une roche de sédiment métamorphique; elle appartient à la formation du trias et y représente, avec les marnes gypseuses et salifères, l'étage du muschelkalk.

« ... En 1827, pendant que je suivais les cours de l'École des mines de Paris, je fus surtout frappé d'entendre résumer vos belles et récentes observations sur les roches cristallines de la Tarentaise, et de voir ces argiles schisteuses jurassiques et antraxifères, transformées en véritables *schistes argilo-talqueux* que vous mettiez sous les yeux de vos élèves. Ce fut pour moi une espèce de révélation, car depuis, la question du *métamorphisme des roches*, alors encore sans nom, que vous veniez d'inaugurer avec tant d'autorité, n'a pas cessé de me préoccuper.

» C'est elle qui, dès 1829, m'amenait à reconnaître que les *jaspes stratifiés*, si développés de la Messénie, n'étaient qu'une transformation des couches argileuses du terrain crétacé; qu'en Argolide, ces mêmes couches avaient été transformées ici en *trapp*, là, en une espèce de *porphyre vert*; c'est cette même question du métamorphisme qui bientôt après, dans l'Archipel grec, devait me faire constater que les schistes micacés et phylladifères de la rade de Syra passaient, vers le nord de l'île, au contact de filons de fer oligiste et carbonaté spathique, à des *roches grenatifères et disthéniques*, à des *euphotides*, à des *éclogites*, à des *amphibolites* les plus cristallines, et, que dans l'île de Milo, des strass volcaniques s'y transformaient journellement, sous l'influence de la chaleur et d'émanations aqueuses et acides, en ce *porphyre molaire* qui s'exporte dans toutes les échelles du Levant, sous le nom de *Pierre de Milo*.

» Depuis ces faits, et d'autres encore, consignés dans le grand *Soc. géol.*, 2^e série, tome XXII.

ouvrage de la *commission scientifique de Morée*, j'ai toujours cherché à démontrer que beaucoup d'autres roches, et notamment les diorites, les amphibolithes, certaines serpentines même, généralement considérées comme éruptives, ne sont que des roches métamorphiques ; c'est ainsi encore, qu'en 1845, je vous priais de signaler à l'Académie les granites de Normandie et de Bretagne, servant au dallage des rues de Paris, comme étant aussi métamorphiques. Ce fait, alors si nouveau, pour avoir été contesté tout d'abord par quelques géologues obstinés, n'en est pas moins de la plus grande évidence ; et l'on peut facilement le constater en parcourant les trottoirs de Paris, surtout après la pluie ; on y verra englobés, par milliers, les fragments anguleux, moutonnés ou arrondis de diverses roches préexistantes.

» Voici maintenant comment j'ai été amené à reconnaître l'origine également sédimentaire de l'*ophite de Palassou*, de cette diorite, espèce de caméléon pyrénéen aux aspects si changeants, aux caractères parfois si étranges, de cette roche qui, depuis plus d'un siècle, a suscité déjà tant de controverses, tant d'opinions si diverses, sans que cependant on soit encore parvenu à rien conclure de positif sur son âge, sur son origine, encore bien que la plupart des géologues s'accordent pour la regarder comme essentiellement éruptive.

» Malgré tant d'opinions autorisées, je m'étais, néanmoins, rendu aux Pyrénées avec la persuasion que j'allais me trouver encore en présence d'une roche métamorphique ; je dois cependant avouer franchement que des observations faites d'abord rapidement dans l'Ariège, entre Foix et Saint-Girons, dans les vallées de Vicdessos, d'Aulus, de Castillon, avaient bien ébranlé, sinon tout à fait détruit, des convictions préconçues.

» J'attendais que de nouvelles observations pussent me permettre d'avoir une opinion et de débrouiller, s'il était possible, une question qui ne m'apparaissait encore qu'un *cahos inextricable*, lorsque rentrant d'Espagne en France par la vallée d'Aran, je fus conduit au village de Lez, près Saint-Béat. Là, j'eus occasion d'étudier un monticule d'*ophite* ; mais, au lieu d'y voir, comme M. Leymerie, le savant géologue pyrénéen, un *typhon plutonique*, il me sembla reconnaître que cette roche reposait sur les grès et les schistes rouges du trias, sans aucune apparence de dérangement de terrain, et qu'elle s'enfonçait naturellement sous les calcaires jurassiques de la montagne du Mont ; je crus même y voir un passage aux schistes rouges, ce qui indiquait une de ces tendances stratigraphiques que j'avais déjà reconnues sur plu-

sieurs autres points, et notamment à la montée du col de *Carroulet*, au *Pra-d'Hillo*, commune d'Aulus, et entre Saint-Girons et Lescure, où l'ophite, dans une tranchée récente de la route, s'était présentée en bancs bien stratifiés, se liant avec les marnes irisées gypseuses qui la recouvrent au nord, tandis qu'au sud elle semblait s'appuyer sur les grès triasiques de la montagne de *Garié*.

» Cependant, encore trop incertain pour pouvoir rien conclure de ces faits isolés, je me posai toutefois le problème suivant : *L'ophite étant supposée une roche métamorphique, s'assurer si la position reconnue à Lez ne serait pas sa position normale ?* Mon thème ainsi arrêté, je n'avais plus, en quelque sorte, que des vérifications à faire.

» Je fus donc assez agréablement surpris, en parcourant, à quelques jours de là, dans la Barousse, le massif de montagnes qui sépare la Haute-Garonne des Hautes-Pyrénées, d'y retrouver exactement dans la direction des gisements de Cierp, de Mari-gnac, de Lez, du col de Mendé, la même succession de roches, et d'y voir l'ophite non-seulement dans une position identique, mais encore s'y élevant entre les plans des autres roches en série naturelle. Ma satisfaction s'accrut encore, lorsque mon guide, espèce de géologue praticien, me déclara que de l'autre côté de la vallée on retrouvait le même terrain.

» En effet, pour se rendre dans la vallée de Ferrère, la montée qui conduit au col de *Hourt-Hourcade*, situé au sud-ouest de *Sost*, se fait tantôt sur la tranche des grès rouges, tantôt sur celle des ophites plongeant au nord sous les calcaires jurassiques du mont Lâs, transformés, comme à Saint-Béat, en un très-beau marbre blanc statuaire, exploité déjà du temps des Romains. Enfin, arrivé en *Cuvielle*, à la crête du massif de montagnes qui séparent les deux branches de Lourse, on peut encore apercevoir, à la forme des montagnes opposées à l'ouest, que les calcaires jurassiques, les ophites, les grès rouges et même les calcaires dévoniens à goniatiles, se prolongent jusque dans la vallée d'Aure, d'où l'on sait qu'on peut suivre les grès rouges et les ophites, à travers toutes les vallées pyrénéennes, jusqu'à celles de Baigorry et de Bastan (Espagne), sur un espace d'au moins 200 kilomètres.

» Je venais donc de constater entre la vallée de la Garonne et la vallée d'Aure une série d'affleurements ophitiques parfaitement alignés, se continuant au delà jusqu'à l'extrémité de la chaîne, et démontrant l'existence d'une vraie couche continue, aussi parfaitement stratifiée dans son ensemble que les autres roches encaissantes, couche que je ne devais pas tarder à recon-

naître aussi bien en largeur qu'en longueur, puisqu'en descendant la vallée de Ferrère, je vis bientôt les calcaires jurassiques se relever au nord, puis les ophites, qu'une espèce de *lavanche* de terre (glissement d'une partie du talus de la montagne dans le lit du torrent), semblait avoir mis à découvert depuis peu de jours, tout exprès pour nous, car, sans cette circonstance, bien que j'eusse annoncé à mes compagnons de route sa réapparition probable, elle eût pu m'échapper, attendu qu'elle ne s'y accusait que par une dépression et qu'elle y était entièrement recouverte par la végétation arborescente de cette partie de la vallée ; puis venaient enfin les grès rouges s'appuyant, près des *Chalets*, à l'arête granitique qui s'étend aussi, du pic de Gar, par Estenos et Ferrère, jusque dans la vallée d'Aure. En me rendant ensuite de la source minérale des Chalets à Mauléon-Barousse par le mont Las et Esbareich, je retrouvai encore l'ophite affleurant sous les calcaires, au-dessous de la *Coume-Ferraud* ; et enfin, plus à l'est, on peut la suivre par ses dépressions et ses affleurements le long de la montagne d'Esténos jusqu'à Eup et Bezins, à la base du pic de Gar. Ces derniers affleurements coïncident avec celui de Lez, dont ils sont évidemment le relèvement septentrional.

» Cette nappe, qui a échappé aux observateurs, faute d'avoir tenu compte des dégradations superficielles subies par une roche à structure généralement fragmentaire et souvent de nature très-décomposable ; cette nappe, dis-je, ne s'arrête d'ailleurs pas en largeur aux limites que je viens de signaler. L'arête granitique d'Esténos n'a fait que la briser ; on la retrouve de l'autre côté à la base des calcaires jurassiques de la montagne du Ger, depuis Siradan jusqu'à Thébé, et même au delà jusque près de Casarilli, à la base de la montagne de Guardère. Dans cette dernière localité, plus difficile à observer, elle paraît avoir été moins fortement modifiée qu'à la côte de Siradan, car elle y montre une tendance assez prononcée à la structure *argilo-schisteuse* ; mais ce qui paraît surtout démonstratif, c'est qu'elle occupe le fond de la gorge de fracture qui conduit de Thébé à Troubat.

» Au delà de Mauléon, on voit au nord-ouest du village d'Ourde des schistes réguliers siluriens et les grès rouges avec leurs poudingues se relever brusquement, en forme d'arête saillante, et au-dessus de ces derniers l'ophite s'enfonçant sous les calcaires jurassiques du mont Sacon, pour aller se relever une autre fois à Saint-Bertrand-de-Comminges. En reprenant à l'est cette seconde nappe triasique, on la voit s'étendre vers Portet, Saint-Lary, Angoumer, Saint-Girons, Rimond, Castelnau, etc.,

et dessiner ainsi une seconde ligne d'affleurements parallèles à la chaîne centrale. Au nord, cette nappe n'apparaît plus, à travers le terrain crétacé, que sur deux points, aux salines de Camarade, près le Mas-d'Azil, et près de la Garonne, à Salies, où elle est accompagnée de marnes gypseuses salifères.

» Si aux observations qui précèdent, s'étendant dans trois départements limitrophes et sur plus de 75 kilomètres, on ajoute tous les faits constatés sur toute la chaîne, non-seulement en France, de Narbonne à Bayonne, mais aussi en Espagne, de la Catalogne aux Asturies, annonçant sur une surface aussi considérable la parfaite continuité linéaire de cette roche, son origine sédimentaire devra paraître assez bien démontrée, et si l'on observe que sur presque tous ces points l'ophite a été constamment trouvée en rapport avec les grès du trias, ne devra-t-il pas paraître évident qu'elle appartient aussi à cette formation, et qu'elle y constitue, avec les marnes irisées gypseuses et salifères qui la recouvrent, un étage bien caractérisé, équivalent, pour moi, du *muschelkalk*?

» Ces faits une fois admis, l'ophite, devenant, à défaut des grès rouges et des marnes gypseuses qui ne se montrent pas toujours, un horizon géologique bien déterminé, servira à rectifier, au lieu de la compliquer, la chronologie des roches. C'est ainsi, par exemple, que s'expliquent très-bien les ophites de Lordat et de Vèbre, placées entre les calcaires jurassiques et dévoniens, et dont la dénudation a donné lieu au thalweg de l'Ariège. Elles vont se relier d'un côté à celles de Saint-Paul-en-Jarrat, et de l'autre par les gypses d'Arignac et d'Arnavé à la Lherzolithe de l'étang de Lherz, des montagnes d'Aulus, du col de Saleix, etc. Il est donc beaucoup plus probable que les dépôts ferrugineux des environs sont dus au surgissement véritable du grand filon de quartz métallifère et générateur des Cabannes et de Saint-Pierre qu'au prétendu surgissement de l'ophite, comme le supposent MM. François et Leymerie (1).

» Quant aux rapports de l'ophite, soit avec la formation crayeuse qu'elle paraît parfois injecter, soit avec les terrains tertiaires dont on lui attribue le soulèvement dans les Landes, à Dax, il n'y a rien là que de très-naturel, si l'on tient compte des *hyatus* considérables qui existent dans toute la série des roches de cette

(1) François, *Recherches sur le gisement et le traitement des minerais de fer de l'Ariège*, 4 vol. in-4, p. 62-74. — Leymerie, *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XX, p. 254.

région ; *hyatus* produits par les *oscillations séculaires* auxquelles j'ai démontré que la croûte du globe a été de tout temps et est encore soumise aujourd'hui ; ainsi s'explique pourquoi le trias, par exemple, repose dans les Pyrénées tantôt sur le terrain houiller, tantôt sur le terrain dévonien, tantôt sur le terrain silurien ou le granite, tandis qu'il est recouvert directement à son tour, ici, par le terrain jurassique, là, par la craie, ailleurs peut-être, par le terrain tertiaire ?

» De là résulte que beaucoup de géologues, induits en erreur par l'idée *plutonique*, et prenant par suite la *conséquence* pour la *cause*, ont voulu attribuer les divers soulèvements des Pyrénées aux surgissements successifs de l'ophite !....

» Mais qu'était-ce donc à l'origine que cette ophite ? question fort complexe sans doute, qui ne peut être traitée dans une note où j'ai déjà cru devoir éviter tous les détails descriptifs pour ne m'attacher qu'à l'ensemble du fait, mais à l'occasion de laquelle je crois devoir rappeler qu'un des premiers effets du métamorphisme sur les masses argileuses, est de leur imprimer souvent une structure trappéenne ou fragmentaire. De là, tant de *trapps* divers, véritable désespoir des géologues, qui les considèrent généralement comme roches plutoniques, alors qu'ils ne sont que de vraies argiles modifiées à divers degrés.

» J'ajouterai que, pour moi, les ophites représentent les dépôts limoneux de l'époque du trias, comme les argiles plastiques représentent ceux d'une époque plus moderne ; que la composition de ces dépôts devait nécessairement varier à l'infini, suivant les lieux et suivant la prédominance des roches dont ils représentent les détritiques les plus ténus ; qu'un dépôt, composé seulement de silice et d'un peu d'alumine, a dû donner lieu ou à des *pétrosilex* ou à des *porphyres feldspathiques* ; qu'une addition de magnésie ou de chaux a dû produire des *masses dioritiques, amphibolitiques, pyroxéniques* ; que si la magnésie y remplaçait l'alumine, il a dû se former des *masses talqueuses ou serpentineuses* ; qu'enfin les émanations métalliques, alcalines ou acides, conséquence des soulèvements et dislocations du sol, ont très-probablement joué, dans ces transformations, le rôle d'agents minéralisateurs.

» Or, les ophites, présentant à peu près toutes les nuances et variétés de roches qui viennent d'être citées, démontrent encore, par ces changements variés dans leur nature, leur origine sédimentaire, car une roche éruptive, d'une époque déterminée, devrait montrer, contrairement à ce qui a lieu ici, une composition minéralogique à peu près partout invariable.»

Je crois devoir encore citer ici un passage d'une lettre qui m'a été adressée de Tarascon (Ariège), le 25 décembre dernier, par M. Garrigou, au sujet de l'article qui précède :

« Merci mille fois de l'empressement que vous avez mis à me » procurer un vrai bonheur, votre note du journal l'*Institut* m'a » pleinement satisfait. Depuis quatre ans je cours dans les Pyrénées et je travaille à la carte géologique de l'Ariège, et depuis » quatre ans je suis aux prises avec les ophites au sujet desquelles » ni Palassou, ni de Charpentier, ni Dufrénoy ne m'avaient édifié. » Comment ces ophites pouvaient-elles être des roches récentes, » puisque Palassou les trouve formant des masses simulant la stratification dans des calcaires secondaires ; puisque Dufrénoy » trouve les éléments de cette roche dans des brèches de calcaire » compacte secondaire ? Je me suis dès lors attaché à suivre vos » idées, dont la connaissance que j'en possédais se bornait cependant à ceci : pour M. Virlet, les ophites ne sont pas des roches » éruptives, ce sont des roches métamorphiques et elles occupent » une place constante dans la série des terrains, probablement » dans le trias. Depuis lors, tout s'est expliqué pour moi. J'ai » visité une grande partie des gisements d'ophites entre Perpignan » et Bayonne, je me suis donné la peine de les suivre pas à pas et » à pied, d'un bout de la chaîne à l'autre et j'arrive aux mêmes » conclusions que vous, point par point, c'est-à-dire à leur assigner la place du muschelkalk. Vous devez maintenant » prendre, monsieur et honoré collègue, le plaisir que j'ai eu à » lire votre note, etc. »

On concevra facilement que me rendant à Bagnères encore sous l'impression de ces précédentes études, mon premier soin fut d'aller visiter les gisements d'ophite signalés aux environs de cette ville, celui, entre autres, de Labassère classé par Picot de Lapeyrouse et Dietrich dans les serpentines, mais par-dessus tout c'étaient les ophites du pont de Pouzac que je tenais surtout à étudier, car depuis la première publication, en 1781, de l'*Essai sur la minéralogie des monts Pyrénées* de l'abbé Palassou, elles ont donné lieu déjà à bien des notes, à bien des conjectures. Dans ces derniers temps, par exemple, elles ont été l'objet d'une étude spéciale de la part de M. Viquesnel, dont les notes et les coupes communiquées à M. Delesse, ont paru accompagnées d'observations extrêmement intéressantes, dans le *Mémoire sur le métamorphisme des roches* que ce savant ingénieur a fait insérer dans le tome XII de la 5^e série des *Annales des mines*.

C'est la coupe du mont Né, de M. Viquesnel, à la main qui,

faute d'indication précise suffisante, m'amena d'abord à contourner presque entièrement cette montagne, mère des sources minérales de Bagnères, et a commencé pour moi de nouvelles perplexités géologiques, car dans ces courses je ne rencontrai ni indices d'ophite, ni affleurements des grès et argiles rouges qui supportent ordinairement cette roche, et je constatai de plus que la base de cette montagne appartenait entièrement aux terrains de transition, circonstances qui ne se conciliaient nullement avec mes précédentes observations, en sorte que si je n'avais pas connu depuis longtemps, l'exactitude scrupuleuse qu'apporte M. Viquesnel dans ses observations, j'en serais arrivé à douter de l'existence de l'ophite au sommet d'une montagne dont les pluies et les brouillards du commencement de juin de l'année dernière ne me permirent pas d'entreprendre l'ascension. Quoiqu'il en soit, ces premières courses, en apparence infructueuses, me portèrent, dès lors, à soupçonner que l'ophite du mont Né devait être différente de celle de l'Ariège, de la Haute-Garonne, etc.

Ayant ensuite parcouru les collines de la rive droite de l'Adour, en remontant la rivière depuis le pont de l'Adour, je pus y observer une roche décomposée d'un gris verdâtre plutôt syénitique que dioritique, mais toujours sans indices de grès rouges triasiques. Mes doutes restèrent donc encore les mêmes par rapport à cette roche. Ce ne fut que lorsque je visitai la partie de cette même rive, située entre le pont de Pouzac et le village d'Ordizan que ces doutes cessèrent et qu'il me fut permis de débrouiller cette nouvelle énigme géologique et de reconnaître clairement que les roches granitiques, les diorites (ophites) et même l'amphibolithe noire de Pouzac ne sont pas autre chose que la transformation des masses argileuses de transition, qui en se rapprochant d'Ordizan ont encore conservé en partie leurs caractères argileux, en sorte qu'il est possible d'y suivre les gradations de ce métamorphisme. Si l'on coupe et qu'on examine ensuite avec toute l'attention nécessaire la succession des terrains que je ne crains pas d'appeler ici la succession des couches, à partir du pont de Pouzac pour monter vers Bauban, on voit succéder à la diorite passant à une amphibolithe noire et formant le monticule sur lequel s'appuie le pont, une diorite d'un gris verdâtre, granitoïde, puis cette diorite passer à son tour à un véritable granite décomposé, le tout s'appuyant sur ou à des roches schisteuses lustrées et micacées.

En se reportant, à ce sujet, aux publications plus récentes de Palassou, on voit que cet observateur consciencieux et judicieux,

quoique manquant des connaissances de précision de notre époque, avait cependant eu, par rapport aux ophites de cette localité, une espèce d'intuition de leur origine métamorphique, comme de Saussure avait eu celle relative aux granites protogéniques des Alpes du mont Blanc. On lit en effet, à la page 116 de la *Suite des Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées*, publiée en 1819, que « d'Ordizan au pont de Pouzac, on trouve » des roches argileuses, ce sont des schistes durs, feuilletés, des » ophites en masses intactes et des roches de la même nature dé- » composées, ayant l'apparence du granite ; quelquefois, mais » rarement, c'est du vrai granite, formé de quartz, de feldspath » et de mica ; il se trouve au milieu de l'ophite qui semble passer » insensiblement à l'état granitique ; mais les parties où l'on ob- » serve cette sorte de *transmutation* (lisez métamorphisme), n'oc- » cupent que peu de terrain ; l'ophite dont les éléments ne con- » sistent qu'en hornblende et feldspath, remplace bientôt après, » la roche de granite qui se montre au reste très-décomposée et » d'une couleur jaunâtre. Ces variétés sont plus voisines du village » d'Ordizan que du pont de Pouzac.

» D'après ces observations, il paraît certain que l'ophite et le » granite sont d'une date contemporaine, et que contrairement à » ce que j'ai dit précédemment (voir son *Essai*, etc., p. 984, édit. » de 1784) je regarde les schistes, les ophites et les granites de » cette partie des Pyrénées, comme d'une même époque. »

Je n'entrerai pas aujourd'hui dans d'autres détails sur ces roches, j'ajouterai seulement que cela expliquerait pourquoi M. Boué, dans de Charpentier (*Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées*, p. 527) place les ophites des Pyrénées à la suite des terrains de transition. J'ajoute encore que, bien que je n'ai pas visité les gisements ophitiques de Saint-Pé et de Lourdes, que je n'ai fait que traverser, je suis porté à les considérer, *à priori*, comme la prolongation de la bande que je viens de décrire, s'étendant de Bagnères à Ordizan, et cela avec d'autant plus de raison que le trias paraît être interrompu dans toute la région comprise entre les vallées de Campan et d'Ossau.

Mon but a été surtout d'appeler, dès à présent, l'attention des géologues sur l'existence dans les Pyrénées de diorites de différents âges :

Ce sont d'abord les diorites secondaires ou les ophites de Passou, ou plutôt du célèbre chinniste Bayen qui a été leur véritable parrain ; elles constituent les *ophites des Pyrénées* proprement dites.

Puis les diorites de transition (peut-être dévoniennes) de la Bigorre dont il vient d'être question^e et qu'on rencontrera sans doute encore ailleurs ;

Et enfin les diorites schisteuses siluriennes encore plus anciennes qui ont généralement et naturellement été confondues dans les schistes micacés et les autres schistes cristallins avec lesquels elles alternent.

Quartz spongiaires. — A la question des ophites de la Bigorre, considérées au point de vue du métamorphisme des roches, se rattachent d'autres phénomènes et entre autres celui de l'existence de masses très-curieuses de quartz spongiaire dont il ne paraîtra pas sans intérêt que je dise encore ici quelques mots.

Les roches granitiques et granitoïdes métamorphiques qui viennent d'être signalées sont généralement recouvertes par des calcaires marmoréens également métamorphiques, d'un blanc jaunâtre un peu ferrugineux, qu'en l'absence de toutes traces de fossiles, il est assez difficile de classer, mais que je suis cependant porté à regarder comme d'une époque géologique postérieure. Ces calcaires, qui ressemblent quelquefois à des *cargneules* ou à de certaines dolomies, sont caverneux, grenus, rugueux et subsacharoides ; ils sont parfois parsemés de très-petits cristaux de quartz bipyramidés, et leurs cavités sont presque toujours tapissées de petits cristaux de chaux carbonatée. Les couches de contact contiennent en outre quelquefois des fragments dioritiques ou granitiques qui leur impriment une apparence bréchoïde. C'est particulièrement dans ces couches inférieures qu'on observe les masses siliceuses et spongieuses dont il s'agit.

Ces masses, qu'on pourrait souvent, à cause de leur couleur, confondre avec le calcaire, sont parfois très-celluleuses et très-légères ; ce sont alors de véritables quartz nectiques qui ressemblent à de certaines pierres ponces ou plutôt à des *éponges*, nom tout à fait caractéristique que, suivant Palassou, leur donnent, les habitants de la vallée d'Aspe. Elles ont été, dans ces derniers temps étudiées avec soin et beaucoup d'attention par MM. Viquesnel et Delesse, et ce dernier qui en a fait une analyse chimique, a reconnu qu'elles sont composées de silice presque pure (voir le Mémoire précédemment cité).

La structure de ces quartz spongiaires, véritables squelettes siliceux, m'a surtout vivement frappé, car elle m'a rappelé un fait géologique des plus intéressants que j'ai observé lors de l'expédition de Morée ; phénomène qui m'avait amené à supposer, dès lors, que notre groupe *calcaréo-talqueux* qui constitue en grande

partie la chaîne du Taygète (1), pouvait bien, ainsi que depuis j'en ai acquis l'entière conviction, n'être qu'une transformation du terrain crayeux, semblable à celle qui avait été précédemment constatée par M. Élie de Beaumont dans les Alpes, par rapport aux roches jurassiques. Mais, mon collaborateur Boblaye, qui ne partageait pas encore mes idées sur le métamorphisme, auxquelles son esprit extrêmement judicieux l'amena plus tard, avait repoussé cette idée principalement par la raison que les silex parfois si abondants de la craie, faisaient complètement défaut dans le terrain talqueux. Or, le phénomène dont je veux parler tendait précisément à expliquer cette absence.

Voici le fait : j'avais eu occasion d'observer sur l'un des contreforts du Taygète (Saint-Élie), tous composés de calcaires marmoréens, une masse isolée de calcaire encore tout pénétré de silex. Cette masse assez considérable, semblable à un bloc erratique, était cependant passée aussi, à la partie inférieure, à l'état de marbre, tandis qu'elle avait encore conservé en partie, vers le haut, sa compacité antérieure. Quant aux silex, ils avaient subi les mêmes transformations métamorphiques graduelles ; les nodules inférieures ou avaient presque disparu, ou ne conservaient plus qu'une carcasse siliceuse blanchâtre, analogue aux masses spongieuses de la Bigorre. Cet état excessivement carié allait en diminuant vers la partie supérieure où les silex étaient à peine corrodés et avaient conservé encore en partie leur couleur grise.

J'avais donc surpris là, la nature sur le fait et j'y assistais en quelque sorte, non-seulement à un des phénomènes de métamorphisme les plus évidents et les plus démonstratifs que j'aie jamais rencontré, mais j'étais aussi témoin d'un phénomène de véritable *diffusion moléculaire*, dont on devra désormais tenir grand compte toutes les fois qu'on voudra traiter des phénomènes généraux du métamorphisme normal ; car si, comme je l'ai démontré à différentes reprises, un grand nombre de substances nodulaires sont dues à des attractions et à des transports moléculaires, ces mêmes masses ont pu ensuite être détruites et disséminées par des actions répulsives déterminées en partie par de hautes températures qui ont pu souvent produire aussi bien des dissociations dans les espèces minérales existantes, et ces dissociations ont dû, à leur tour, donner naissance à des combinaisons nouvelles et engendrer de nouveaux minéraux.

(1) *Géologie et minéralogie de la Morée*, par Boblaye et Virlet, p. 97.

Le fait que je signale, bien que resté jusqu'ici inédit, avait tellement surexcité mon imagination, que placé comme je l'étais d'ailleurs, au milieu de l'atmosphère vibrante et embrasée de la Grèce, il me semblait voir ce bloc encore enveloppé par les effluves calorifiques qui, en s'échappant du sein de la terre, avaient déterminé sa transformation partielle, aussi ai-je bien des fois réfléchi depuis à ces curieux phénomènes auxquels me ramènent naturellement aujourd'hui les observations faites aux environs de Bagnères. Ces faits expliquent très-bien pourquoi les silex et autres substances nodulaires ont généralement disparu dans les terrains fortement métamorphiques, et en même temps ils rendent compte de l'existence de sables siliceux que j'avais observés avec certaine surprise dans le fond de quelques ravins tout calcaires du Taygète.

Pour me résumer, j'ajoute donc que je crois que les masses de quartz spongieuses anciennement signalées par Palassou et de nos jours par M. Viquesnel, et si bien étudiées minéralogiquement par M. Delesse, sont dues à un phénomène de diffusion moléculaire incomplet, analogue à celui observé au Taygète et qu'elles résultent de l'altération métamorphique de masses siliceuses primitivement compactes et dont la dispersion partielle doit être attribuée aux influences calorifiques qui ont aidé aux transformations subies par les roches ambiantes et encaissantes.

M. Triger fait une communication sur les argiles à silex de la craie.

M. Munier-Chalmas fait une communication sur le genre Trigonie.

Séance du 3 avril 1865.

PRÉSIDENCE DE M. GRUNER.

M. P. Marès, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. le commandeur CIALDI, membre de l'Académie des Nuovi Lyncei, commandant de la marine des États-Romains, Via

dell' Anima, n° 45, à Rome (Italie), présenté par MM. Daubrée et Ferrand de Missol.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, mars 1865 ; in-4.

De la part de M. Buteux, *Esquisse géologique du département de la Somme*, in-8, 136 p., 2 pl. ; Abbeville, 1864, chez P. Briez.

De la part de M. le comm. Aless. Cialdi :

1° *Cenni sul moto ondoso del mare e sulle correnti di esso*, in-4, 152 p. Rome, 1856.

2° *Sintesi di fatti per dimostrare come il moto ondoso del mare*, etc., in-8, 146 p. Rome, 1860.

De la part de M. Delesse, *Extraits de géologie pour les années 1862 et 1863*.

De la part de M. Ed. Lartet, *Sur une portion de crâne fossile d'Ovibos musqué (O. mochatatus, Blainville), trouvée par M. le docteur Eug. Robert dans le diluvium de Précy (Oise)*, in-4, 4 p., 1 pl. Paris, juin 1864, chez Gauthier-Villars.

De la part de MM. J. Ch. Heusser et Georges Claraz, *Beiträge zur geognostischen und physikalischen Kenntniss der Provinz Buenos Aires*, in-4, 22 p. Zurich, 1864, chez Zürcher et Furrer.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1865, 1^{er} sem., t. LX, nos 12 et 13 ; in-4.

Bulletin de la Société de géographie, février 1865 ; in-8.

Bulletin de la Société botanique de France, in-8, t. XI, 1864.

L'Institut, nos 1629 et 1630, 1865 ; in-4.

Réforme agricole, mars 1865 ; in-4.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences, etc., de Dijon, année 1863, in-8.

Société impériale d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc., février 1865, in-8.

The Athenæum, in-4, nos 1952 et 1953 ; 1865.

Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt, octobre à décembre 1864, in-4.

The american Journal of science and arts, by Silliman, in-8, mars 1865.

M. Buteux offre un exemplaire de sa nouvelle *Esquisse géologique du département de la Somme* (voy. la *Liste des dons*), en exprimant le regret de l'omission qui a été faite, par suite d'une note égarée lors de l'impression, des fossiles découverts à Menchecourt par M. de Mortillet et cités dans le *Bulletin*, tome XX, page 293, lesquels auraient complété la liste des fossiles qu'il a donnée de cette localité.

Il fait observer que la coupe qui représente le terrain de Menchecourt et du Moulin-Quignon, plus exacte et par suite plus complète que celles publiées jusqu'à ce jour, lui paraît devoir contribuer notablement à la détermination de l'âge de ces terrains.

M. Ed. Lartet fait hommage à la Société d'une note imprimée (voy. la *Liste des dons*), avec une planche représentant une dent molaire et une portion de crâne d'*Ovibos mosqué* (*O. moschatus*, Blainv.) plus connu sous le nom de *Bœuf musqué* de l'Amérique du Nord.

La dent molaire a été trouvée par M. l'abbé Lambert dans le *diluvium* de Viry-Nouveau, près Chauny (Aisne); le crâne provient d'une sablière de Précý, près Creil (Oise), d'où M. le docteur Eugène Robert l'a rapportée, avec les débris d'une défense d'Éléphant.

A l'époque où cette note fut imprimée, en juillet 1864, dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, M. Lartet ignorait qu'une autre portion de crâne du même animal, trouvée dans les alluvions anciennes de la Saale saxonne, près d'Iéna, avait été décrite en 1863 (1) par M. le professeur E. E. Schmid, de l'Université de cette ville. Il s'empresse aujourd'hui de réparer l'omission involontaire qu'il a faite en ne citant point le travail de M. Schmid.

Quant au crâne de même espèce mentionné par sir Charles

(1) *Neues Jahrb.*, Leonh., etc., 1863, p. 544.

Lyell (1) comme existant dans le musée de Berlin, il lui a été impossible d'en retrouver la description attribuée à M. Quenstedt, même en recourant aux indications données par l'auteur de l'*Antiquité de l'homme*.

M. Lartet profite de cette occasion pour mettre sous les yeux de la Société, une phalange onguéale fossile d'Ovibos musqué, plus récemment découverte dans le lieu dit Gorge-d'Enfer, commune de Tayau (Dordogne), au milieu d'un amas d'ossements très-probablement apportés de main d'homme, à en juger par les nombreux silex taillés et autres produits d'industrie primitive qui s'y trouvaient associés. On y a en même temps rencontré des os de grand Ours des cavernes (*U. spelæus*), des dents de grand *Felis* (*F. spelæa*), de Loup, et des restes plus abondants de Renne et de grand Bœuf.

Pour arriver à l'identification rigoureuse de cette phalange attribuée à l'Ovibos musqué, il a fallu recourir au moulage d'une pièce homologue obtenue d'un musée étranger; car, en France, nos collections d'anatomie comparée ne possèdent pas encore de squelette de cet animal. L'examen comparatif de ces deux pièces, si approximativement identiques de forme et de dimensions, ne laissera, on peut l'espérer, aucun doute sur le rapprochement spécifique proposé.

Il est à remarquer que, dans les trois localités où l'on a observé, en France, des restes fossiles d'Ovibos musqué, on a également trouvé des produits d'ancienne industrie humaine. A Viry-Nouveau, ce sont plusieurs silex taillés recueillis par M. l'abbé Lambert. A Précy, c'est une hache en silex du type de Saint-Acheul, que M. de Verneuil a présentée à la Société, dans la séance du 21 mai 1860, comme ayant été trouvée dans une sablière des bords de l'Oise d'où l'on avait aussi obtenu des dents d'Éléphant. Enfin, à Gorge-d'Enfer (Dordogne), la phalange d'Ovibos musqué produite aujourd'hui était accompagnée de nombreux silex taillés et de têtes de flèches non barbelées, rentrant dans le type antérieurement observé à Aurignac (Haute-Garonne) et dans quelques autres gisements où

(1) *Antiquity of man*, 3^d ed., p. 456.

se sont également montrés réunis des restes de plusieurs espèces perdues.

La rencontre des traces de l'Ovibos musqué dans la Dordogne, sous le 45° degré de latitude, nous donne le point le plus méridional où la présence de cette espèce ait été constatée pendant la période quaternaire. Son habitat actuel, aujourd'hui limité en Amérique par delà le 60° parallèle, s'était ainsi reporté anciennement à 15 degrés plus au sud. Le Renne, dont les migrations sont encore plus extrêmes, s'était à la même époque avancé jusqu'aux Pyrénées, où l'on trouve ses restes très-abondants dans les cavernes des pentes septentrionales de cette chaîne.

M. Martins fait la communication suivante sur le Spitzberg:

Le Spitzberg. — Tableau d'un archipel à l'époque glaciaire;
par M. Ch. Martins.

Placé sous le méridien de l'Europe centrale et de la presqu'île Scandinave, entre 76°,30' et 80°,50' de latitude, le Spitzberg est pour ainsi dire la sentinelle avancée de notre continent vers le nord. C'est dans ces îles, où l'hiver règne pendant dix mois de l'année, que la vie organique s'éteint faute de chaleur et de lumière; c'est là que le naturaliste recueille les dernières plantes et observe les derniers animaux. C'est la limite extrême de la faune et de la flore européennes. Au-delà tout est mort, et une banquise de glaces éternelles s'étend jusqu'au pôle boréal. Au Spitzberg lui-même, les neiges ne fondent que sur le bord de la mer, dans des localités privilégiées; mais les montagnes restent toujours blanches, même pendant les trois mois de l'été. Toutes les vallées sont comblées par de puissants glaciers qui descendent jusqu'à la mer; aussi ces îles sont-elles l'image fidèle de l'époque géologique qui a précédé immédiatement celle où nous vivons, l'époque glaciaire. Pendant cette période, un manteau de glace couvrait tout le nord de l'Europe jusqu'au 53° degré de latitude; toutes les vallées des chaînes de montagnes, telles que les Vosges, le Jura, les Pyrénées, les Carpathes, le Caucase, l'Himalaya et même celles de la Nouvelle-Zélande, étaient occupées par des glaciers qui s'étendaient plus ou moins dans les plaines voisines. Le Spitzberg réalise donc, à nos yeux, l'image d'une phase géologique dont les traces se rencontrent presque partout. Le petit

nombre d'animaux et de végétaux qui habitent ces îles sont ceux qui résistent le mieux au froid et réclament le moins de cette chaleur solaire, source de la vie des êtres organisés. Sous ce double point de vue, le tableau physique de cette portion des terres arctiques tracé par un voyageur qui l'a vu à deux reprises différentes, et complété par l'étude des explorations anciennes et modernes, mérite d'être connu des naturalistes qui s'intéressent à l'étude de la période glaciaire.

L'Archipel du Spitzberg se compose d'une île principale qui a donné son nom à tout le groupe, et de deux autres grandes îles, l'une plus petite au sud, l'autre plus grande au nord, la terre des États et la terre du Nord-Est. L'île du Prince-Charles est située sur la côte occidentale, et une chaîne de petits îlots appelée les Sept-Îles s'avance directement vers le pôle. L'îlot de la Table est le dernier rocher qui surgisse au sein de la mer Glaciale.

CLIMAT DU SPITZBERG.

Quand on songe qu'au Spitzberg la hauteur du soleil ne dépasse jamais 37 degrés, même dans les parties les plus méridionales ; que ses rayons obliques, traversant une épaisseur énorme d'atmosphère, n'arrivent à la terre qu'après avoir perdu presque toute leur chaleur, et rasant, pour ainsi dire, la surface du sol, au lieu de le frapper perpendiculairement comme dans les pays chauds ; si l'on ajoute que, du 26 octobre au 16 février, l'astre ne se montre plus, et qu'une nuit de quatre mois enveloppe cette terre glacée ; si l'on réfléchit que pendant la période de cent vingt-huit jours, pendant laquelle la nuit alterne avec la clarté du soleil, celui-ci s'élève à peine au-dessus de l'horizon, on comprendra que le climat du Spitzberg soit des plus rigoureux. La présence continuelle de l'astre, pendant quatre mois de l'année, ne compense pas son absence pendant le même espace de temps, ni l'obliquité de ses rayons ; en outre, même aux mois de juillet et d'août, il est le plus souvent obscurci par des brumes qui s'élèvent de la mer. Jamais le ciel n'est serein pendant une journée entière. De plus, des vents violents, refroidis par les banquises ou par des glaciers, viennent à de courts intervalles abaisser la température de l'atmosphère. Néanmoins, le climat du Spitzberg est moins froid que celui des parties septentrionales de l'Amérique situées sous la même latitude, savoir l'extrémité de la baie de Baffin, connue sous le nom de *Smith-Sound*. C'est dans ces régions que les météorologistes ont placé le pôle du froid de l'hémi-

sphère septentrional, qui ne coïncide nullement avec celui de la terre, mais se trouve, en Amérique par 98° de longitude occidentale et sous le 78° degré de latitude. Si le climat du Spitzberg est moins rigoureux que celui de ces régions continentales, c'est aussi parce que le Spitzberg est un archipel dont les eaux sont réchauffées par le *gulfstream*, grand courant d'eau tiède qui prend naissance dans le golfe du Mexique, traverse l'Atlantique, et vient expirer dans la mer Blanche et sur les côtes occidentales du Spitzberg. Aussi celles-ci sont-elles toujours libres en été, tandis que les côtes orientales, bloquées par des glaces flottantes, sont rarement accessibles aux pêcheurs de phoques et de morses, qui seuls fréquentent ces parages désolés.

Je ne fatiguerai pas le lecteur des méthodes que j'ai employées et des calculs que j'ai faits pour exprimer en chiffres les températures moyennes du Spitzberg. J'ai utilisé les observations de Phipps, celles de Parry, de Scoresby, et celles de la Commission scientifique du Nord au Spitzberg et en Laponie. Mes résultats étant sensiblement d'accord avec ceux que Scoresby a déduits de ses propres observations, les nombres obtenus méritent la confiance des savants. Comme lui, j'ai calculé les températures pour la partie moyenne de l'île située sous le 78° degré de latitude. Le tableau suivant présente les températures moyennes de chaque mois exprimées en degrés centigrades. Afin que le lecteur puisse se faire une juste idée de la rigueur de ce climat, je mets en regard les températures correspondantes pour Paris, calculées par M. Renou, et basées sur quarante-cinq ans d'observations (1816 à 1860), faites à l'Observatoire de Paris.

Températures moyennes mensuelles au Spitzberg sous le 78° de latitude et à Paris sous 48°,58'.

SPITZBERG.	PARIS.	SPITZBERG.	PARIS.
Janvier . . . —18,2	2,3	Juillet . . . 2,8	18,7
Février . . . —17,4	3,9	Août . . . 4,4	18,5
Mars —15,6	6,3	Septembre . . — 2,5	15,5
Avril — 9,9	10,0	Octobre . . . — 8,5	11,2
Mai — 5,3	13,8	Novembre . . —14,5	6,6
Juin — 0,3	17,3	Décembre . . —15,0	3,5

La moyenne de l'année est donc de — 8°,6; celle de Paris étant de + 10°,6; la différence s'élève à 19 degrés.

Les températures moyennes ne sont pas suffisantes pour bien

caractériser un climat, car la même moyenne peut correspondre à des extrêmes bien différents. Voici quelques températures extrêmes observées au Spitzberg, du mois d'avril à celui d'août. En avril, Scoresby n'a pas vu le thermomètre en mer s'élever au-dessus de $-1^{\circ},4$. En mai, la plus haute température fut de $+1^{\circ},4$. Six fois seulement le thermomètre s'éleva au-dessus du point de congélation. Le mois de mai est donc encore un mois d'hiver. En juin, le mercure dépasse souvent le zéro de l'échelle thermométrique, et Scoresby l'a vu marquer $5^{\circ},6$; mais en 1810 il est encore descendu à $-9^{\circ},4$. En juillet, je ne l'ai jamais vu s'élever au-dessus du $5^{\circ},7$ ni s'abaisser au-dessous de $2^{\circ},7$; on voit que la température est d'une uniformité remarquable, puisqu'elle ne varie que de trois degrés. Même phénomène en août, où j'ai vu, sous le 78° degré de latitude, le thermomètre en mer osciller entre $1^{\circ},2$ et $3^{\circ},0$. Pour donner une idée de l'absence de chaleur du Spitzberg, je dirai qu'en onze ans, de 1807 à 1818, Scoresby n'a vu qu'une seule fois, le 29 juillet 1815, le thermomètre à $14^{\circ},4$, Parry à $12^{\circ},8$ le 19 juillet 1827, et moi-même à $8^{\circ},2$ en août 1838. La plus haute température, $16^{\circ},0$ a été notée par l'expédition suédoise, le 15 juillet 1861. Quant au froid, nous n'avons pas de renseignements précis pour l'hiver, mais il est probable que le mercure y gèle quelquefois et que le thermomètre se tient souvent entre -20° et 30° , car Scoresby a encore observé $-17^{\circ},8$ le 18 avril 1810, et même $-18^{\circ},9$ le 13 mars 1814. Il tombe de la neige dans tous les mois de l'année. Au mouillage de la baie de la Madeleine, par $79^{\circ},34'$ de latitude, la corvette *la Recherche* en était couverte pendant les premiers jours d'août 1839. Dans le journal de Scoresby, il n'est pas de mois où elle ne soit indiquée. Le temps est d'une inconstance remarquable. A un calme plat succèdent de violents coups de vent. Le ciel, serein pendant quelques heures, se couvre de nuages; les brumes sont presque continuelles et d'une épaisseur telle qu'on ne distingue pas les objets à quelques pas devant soi. Ces brumes, humides, froides, pénétrantes, mouillent souvent comme la pluie. Les orages sont inconnus dans ces parages, même pendant l'été; jamais le bruit du tonnerre ne trouble le silence de ces mers désertes. Aux approches de l'automne, les brumes augmentent, la pluie se change en neige; le soleil s'élevant de moins en moins au-dessus de l'horizon, sa clarté s'affaiblit encore. Le 23 août, l'astre se couche pour la première fois dans le Nord; cette première nuit n'est qu'un crépuscule prolongé, mais à partir de ce moment la durée des

jours diminue rapidement; enfin, le 26 octobre, le soleil descend dans la mer pour ne plus reparaitre. Pendant quelque temps encore, le reflet d'une aurore qui n'annonce plus le lever du soleil illumine le ciel aux environs de midi, mais ce crépuscule devient de plus en plus court et de plus en plus pâle jusqu'à ce qu'il s'éteigne complètement. La lune est alors le seul astre qui éclaire la terre, et sa lumière blafarde, réfléchie par les neiges, révèle la sombre tristesse de cette terre ensevelie sous la neige et de cette mer figée par la glace.

Presque toutes les nuits polaires sont éclairées par des aurores boréales plus ou moins brillantes; l'aurore, annonçant le retour du soleil, s'élargit et monte vers le zénith; enfin le 16 février un segment du disque solaire, semblable à un point lumineux, brille un moment pour s'éteindre aussitôt; mais à chaque midi le segment augmente jusqu'à ce que l'orbe tout entier s'élève au-dessus de la mer; c'est la fin de la longue nuit de l'hiver; des alternatives de jour et de nuit se succèdent, pendant soixante-cinq jours, jusqu'au 21 avril, commencement d'un jour de quatre mois, pendant lesquels le soleil tourne autour de l'horizon sans jamais disparaître au-dessous. Passons à la description physique du Spitzberg.

GLACIERS DU SPITZBERG.

Spitzbergen, montagnes pointues, tel est le nom que les navigateurs hollandais donnèrent à ces îles qu'ils venaient de découvrir; et en effet, de la mer, on ne voit que des sommets aigus aussi loin que la vue peut porter. Ces montagnes ne sont pas très-élevées; leur altitude varie entre 500 et 1200 mètres; partout elles s'avancent jusqu'au bord de la mer, et il n'existe en général qu'une étroite bande de terre qui forme le rivage. Aux deux extrémités de l'île, au nord et au sud, le sol est moins accidenté, les vallées sont plus larges et le pays prend l'aspect d'un plateau. Trois de ces baies profondes et ramifiées, appelées *fjords* par les Norvégiens, découpent la côte occidentale du Spitzberg. Ce sont, du sud au nord, *Horn-Sound*, la baie de la Corne; *Bell-Sound*, la baie de la Cloche; *Ice-Sound*, la baie des Glaces; *Cross-Bay*, la baie de la Croix; *Kings-Bay*, la baie du Roi. La baie de Hambourg et celle de la Madeleine sont des golfes moins profonds et moins ramifiés.

Toutes les vallées, dans le nord comme dans le sud du Spitzberg, sont comblées par des glaciers qui descendent jusqu'à la mer. Leur longueur est variable; le plus long que j'aie vu, celui

de Bell-Sound, avait 18 kilomètres de long sur 6 kilomètres de large, celui du fond de Magdalena-Bay 1840 mètres de long sur 1580 mètres de large au bord de la mer. Suivant Scoresby, les deux plus grands glaciers sont ceux du Cap sud et un autre au nord de *Horn-Sound*, qui tous deux ont 20 kilomètres de large au bord de la mer et une longueur inconnue. Les sept glaciers qui bordent la côte au nord de l'île du Prince-Charles ont chacun près de 4 kilomètres de large. Tous ces glaciers forment à leur extrémité inférieure de grands murs ou escarpements de glace qui s'élèvent verticalement au-dessus de l'eau à des hauteurs qui varient entre 30 et 120 mètres. Les premiers navigateurs hollandais et anglais, voyant ces murailles colossales de glace qui dépassaient la hauteur des mâts de leurs navires, les désignèrent sous le nom de *icebergs*, ne soupçonnant pas leur analogie avec les glaciers de l'intérieur du continent; le nom leur en est resté, et Phipps, Parry, Scoresby lui-même, ignoraient la nature de ces fleuves de glace qui s'écoulaient sous leurs yeux dans les flots. Quand j'abordai pour la première fois au Spitzberg, en 1838, je reconnus immédiatement les glaciers que j'avais si souvent admirés en Suisse. L'origine est la même, mais les différences tiennent au climat, au voisinage de la mer et à la faible élévation des montagnes du Spitzberg.

Un glacier se forme par l'accumulation des neiges, pendant l'hiver des pays froids, dans une plaine, une dépression du sol ou une vallée. Cette neige fond partiellement en été, regèle, fond de nouveau, s'infiltre d'eau, gèle définitivement à l'entrée de l'hiver et se transforme ainsi d'abord en *névé*, puis en glace plus ou moins compacte, mais toujours remplie des nombreuses bulles d'air qui étaient logées dans les interstices de la neige. Ces masses de glace, dont l'imagination serait tentée de faire l'emblème de l'immobilité et de la rigidité la plus absolue, sont douées d'un mouvement de progression dû à leur plasticité et à la pression des parties supérieures. Ce mouvement lent, mais continu, plus rapide en été qu'en hiver, pousse sans cesse en avant l'extrémité inférieure du glacier. En Suisse, cette extrémité inférieure descend souvent dans les vallées habitées, telles que celles de Chamounix, de Mont-Joie et du val Veni autour du mont Blanc, de Zermatt, de Saas et de Gressoney autour du mont Rose, de Grindelwald au pied des hautes Alpes bernoises. Au Spitzberg, le glacier après un trajet plus ou moins long, arrive à la mer. Quand le rivage est rectiligne, il ne le dépasse pas; mais au fond d'une baie dont le rivage est courbe, il continue à progresser en s'appuyant sur les

côtés de la baie et en s'avancant au-dessus de l'eau qu'il surplombe. On le conçoit aisément. En été, l'eau de la mer, au fond des baies, est toujours à une température un peu supérieure à zéro; le glacier fond au contact de cette eau, et quand la marée est basse on aperçoit un intervalle entre la glace et la surface de l'eau. Le glacier n'étant plus soutenu s'écroule partiellement; des blocs immenses se détachent, tombent à la mer, disparaissent sous l'eau, reparaissent en tournant sur eux-mêmes, oscillent pendant quelques instants jusqu'à ce qu'ils aient pris leur position d'équilibre. Ces blocs détachés des glaciers forment des glaces flottantes. Deux fois tous les jours à la marée basse, au fond de Bell-Sound et de Magdalena-Bay, nous assistions à cet écroulement partiel de l'extrémité des glaciers. Un bruit comparable à celui du tonnerre accompagnait leur chute; la mer, soulevée, s'avancait sur le rivage en formant un raz-de-marée; le golfe se couvrait de glaces flottantes qui, entraînées par le jusant, sortaient comme des flottes de la baie pour gagner la pleine mer, ou bien échouaient çà et là sur le rivage, dans les points où l'eau n'était pas profonde. Ces glaces flottantes n'avaient guère plus de 4 à 5 mètres de hauteur au-dessus de l'eau, car les quatre cinquièmes d'une glace flottante sont immergés dans l'eau. Les glaces flottantes de la baie de Baffin sont beaucoup plus élevées; elles dépassent quelquefois la mâture des navires; mais dans cette baie la température de la mer est au-dessous de zéro, le glacier ne fond pas au contact de l'eau, il descend dans le fond de la mer, et les portions qui s'en détachent sont plus hautes de toute la partie immergée qui dans les baies du Spitzberg est détruite par la fusion.

Les glaciers du Spitzberg sont en général unis et présentent rarement ces aiguilles, ces prismes de glace que les voyageurs admirent au glacier des Bossons, à celui de Talèfre, près de Chamounix, et sur d'autres glaciers de la Suisse. Ces surfaces hérissées d'aiguilles correspondent toujours à des pentes rapides du glacier qui se rompt en tombant pour ainsi dire en cascade sur des plans fortement inclinés. Si ceux-ci se trouvent à l'extrémité inférieure de ce glacier, les grandes chaleurs de l'été fondent, amincissent, effilent ces aiguilles et ces prismes qui prennent alors les formes les plus pittoresques. Au Spitzberg, les pentes sont faibles et uniformes et les chaleurs impuissantes pour fondre la glace. C'est seulement au milieu du jour que la surface du glacier est parcourue par de petits filets d'eau qui tombent quelquefois en cascade dans la mer, mais s'arrêtent dès que le soleil cesse de luire ou que la température s'abaisse. Cependant j'ai ob-

servé des aiguilles sur les parties latérales du grand glacier de Bell-Sound ; mais il n'en existe plus sur celui de Magdalena-Bay au nord du Spitzberg. Comme ceux de la Suisse, les glaciers de ces îles présentent des crevasses transversales souvent très-larges et très-profondes.

La grotte azurée de l'Aveyron, creusée dans le glacier du Bois près de Chamounix, celles des glaciers de Grindelwald et de Rosenlauri, dans le canton de Berne, tant admirées des touristes, sont des miniatures comparées aux cavernes ouvertes dans l'escarpement terminal des glaciers du Spitzberg. Un jour que j'avais pris des températures de la mer devant le glacier de Bell-Sound, je proposai aux matelots qui m'accompagnaient d'entrer avec l'embarcation dans une de ces cavernes. Je leur exposai les chances que nous courrions, ne voulant rien tenter sans leur assentiment. Ils furent unanimes pour accepter. Quand notre canot eut franchi l'entrée, nous nous trouvâmes dans une immense cathédrale gothique ; de longs cylindres de glace à pointe conique descendaient de la voûte ; les anfractuosités semblaient autant de chapelles dépendantes de la nef principale ; de larges fentes partageaient les murs et les intervalles pleins, simulant des arceaux, s'élançaient vers les cintres ; des teintes azurées se jouaient sur la glace et se reflétaient dans l'eau. Les matelots, tous Bretons, étaient comme moi, muets d'admiration ; mais une contemplation trop prolongée eût été dangereuse ; nous regagnâmes bientôt l'étroite ouverture par laquelle nous avions pénétré dans ce temple de l'Hiver, et, revenus à bord de la corvette, nous gardâmes le silence sur une escapade qui eût été justement blâmée. Le soir, nous vîmes du rivage notre cathédrale du matin s'incliner lentement, puis se détacher du glacier, s'abîmer dans les flots et paraître émiettée en mille fragments de glace que la marée descendante entraîna vers la pleine mer.

Tous les voyageurs qui ont vu les glaciers des Alpes ont été frappés du grand nombre de blocs de pierre gisant à leur surface. Ces blocs proviennent des montagnes voisines qui s'écroulent éte comme hiver, et recouvrent le glacier de débris ; plus les montagnes qui le dominent sont élevées et plus les débris sont nombreux. Ces accumulations de roches brisées, appelées *moraines*, ne sont pas dispersées au hasard ; les unes forment de longues traînées sensiblement parallèles disposées le long des bords du glacier ; ce sont les *moraines latérales* ; les autres occupent la partie moyenne du champ de glace ; on les appelle *moraines médianes* ; elles sont le résultat de la réunion de deux moraines

latérales de deux glaciers qui se réunissent en un seul. De même, au confluent de deux rivières dont les eaux sont de couleurs différentes, on reconnaît *au milieu* du fleuve formé par la réunion des deux rivières une coloration due au mélange des eaux de chaque affluent. Dans sa progression incessante, le glacier entraîne, comme le ferait un cours d'eau, les débris dont il est chargé ; arrivés à l'extrémité terminale, ces débris tombent l'un après l'autre sur le sol au pied du glacier ; cette digue se nomme *moraine terminale*. En Suisse, certains glaciers, celui d'Unter-Aar, la mer de glace de Chamounix, le glacier du Miage, celui de Zmutt, celui de Zermatt, sont couverts de blocs de pierre, sous lesquels la glace disparaît presque totalement ; cela tient à ce que ces glaciers sont dominés par de très-hautes montagnes, composées de roches qui se fendent, se fragmentent et se démolissent perpétuellement. Au contraire, au Spitzberg, les montagnes étant peu élevées sont pour ainsi dire enfouies dans les glaciers ; leur pointe seule fait saillie hors des masses glacées qui les entourent ; peu de débris tombent donc sur les glaciers. Il en résulte que les moraines sont moins considérables. Ajoutons encore que les glaciers du Spitzberg correspondent à la partie supérieure des glaciers de la Suisse, à celle qui est au-dessus de la ligne des neiges éternelles, ou, si l'on aime mieux, au-dessus des limites de la végétation arborescente. Or, plus on s'élève sur un glacier des Alpes, plus les moraines latérales et médianes diminuent de largeur et de puissance, jusqu'à ce qu'elles s'amincissent et disparaissent enfin sous les hauts névés des crêtes dont le glacier n'est qu'un émissaire, de même que les torrents des montagnes prennent souvent leur source dans un ou plusieurs lacs étagés dans les hautes régions. Pour toutes ces raisons, les moraines latérales et médianes sont peu apparentes sur les glaciers du Spitzberg ; un certain nombre de blocs se remarquent sur les bords et quelquefois au milieu, mais la glace ne disparaît jamais, comme dans les Alpes, sous la masse des débris qui la recouvrent. Quant aux moraines terminales, c'est au fond de la mer qu'il faut les chercher, puisque l'escarpement terminal la surplombe presque toujours ; ainsi les blocs de pierre tombent avec les blocs de glace et forment une moraine frontale sous-marine dont les deux extrémités sont parfois visibles sur le rivage. M. O. Torell a remarqué que partout, près de la côte du Spitzberg, le fond de la mer se composait de blocs et de cailloux, rarement de sable et de limon. Le même observateur a retrouvé sur les glaciers du Spitzberg toutes les particularités notées sur ceux des Alpes : la stratification de la glace, les

bandes bleues et l'action sur les roches encaissantes, qui sont arrondies, polies et striées comme celles de la Suisse (1).

Les glaciers descendant jusqu'à la mer, il n'y a ni fleuves ni rivières au Spitzberg. Quelques faibles ruisseaux s'échappent quelquefois des flancs du glacier, mais ils tarissent souvent. Le sol étant toujours gelé à quelques décimètres de profondeur, les sources sont inconnues dans ces îles.

La géologie des côtes occidentales du Spitzberg a été étudiée par Keilhau, les membres de la Commission française, et, dans ces derniers temps, par MM. Hordenskiold et Blomstrand. Sans entrer dans des détails peu intéressants pour le lecteur, je dirai que les montagnes du Spitzberg sont formées en général de roches cristallines; le granite y est très-commun. Les sept îles, au nord de l'archipel, sont entièrement granitiques. Le granite est donc la roche dont se composent les dernières terres dans le nord de l'Europe. Plus au sud apparaissent des calcaires quelquefois dolomitiques, appartenant probablement aux formations anciennes, et traversés par des filons de roches hypersthéniques, espèce de porphyre fort rare, qui ne se rencontre qu'en Scandinavie et au Labrador. Sur d'autres points, on retrouve les mêmes roches; mais dans le détroit de Hinlopen et près de Bell-Sound on a observé des calcaires fossilifères. D'après l'inspection des fossiles, M. de Koninck les a rapportés au terrain permien. Dans la baie du Roi (*King's-Bay*), M. Blomstrand a signalé ce terrain carbonifère avec des bancs de combustible. On comprend toutes les difficultés que rencontre le géologue dans un pays couvert de neige et de glace. Néanmoins, d'après les indications que nous possédons, on peut dire que le Spitzberg appartient aux formations anciennes du globe, aux terres émergées les premières, et où manquent tous les terrains formés par des mers où se sont déposées les couches jurassiques, crétacées et tertiaires.

ÉPOQUE GLACIAIRE.

Dès le commencement de ce mémoire nous avons dit que le Spitzberg était l'image d'une époque géologique antérieure à la nôtre, celle où une partie de l'Europe et de l'Amérique était ense-

(1) Voyez, pour plus de détails, mes *Observations sur les glaciers du Spitzberg* (*Bibliothèque universelle de Genève*, 1840, t. XXVIII, p. 139; et *Edinburgh philosophical Journal*, 1841, t. XXX, p. 284).

velie sous d'immenses glaciers, semblables à ceux qui remplissent actuellement les vallées du Spitzberg et couvrent les plaines du Groënland. Les blocs erratiques de l'Allemagne septentrionale, les roches polies et striées de la Scandinavie, de la Finlande, de l'Écosse et du nord de l'Amérique, sont les témoins muets de cette ancienne extension de la calotte de glaces polaires. Les plantes arctiques qui végètent encore dans les marais et sur les hautes montagnes de l'Europe en sont les preuves vivantes. Les animaux, à leur tour, démontrent cette ancienne extension. Ainsi, déjà en 1846, Edward Forbes prouvait que les coquilles qui se trouvent dans le terrain erratique, en Écosse, dans le nord de l'Angleterre, en Irlande et dans l'île de Man, étaient des coquilles appartenant à des espèces arctiques inconnues actuellement dans les mers qui baignent les côtes d'Angleterre, mais vivant la plupart sur celles du Labrador. La mer qui entourait l'Angleterre avait une température inférieure à sa température actuelle. A cette époque, les Îles-Britanniques n'étaient pas encore complètement émergées et se reliaient à l'Islande et au continent européen. En Suède, on connaît des couches fossilifères qui atteignent quelquefois une épaisseur de 12 mètres, et sont à 200 et même 250 mètres au-dessus de la mer. Celles d'Udevalla, près de Gothenbourg, sont les plus célèbres; les coquilles qu'elles contiennent dénotent des eaux aussi froides que celles qui baignent les côtes du Groënland occidental. En Russie, MM. Murchison et de Verneuil ont trouvé, sur les bords de la Dwina, des lits de coquilles arctiques. En Amérique, à l'embouchure du Saint-Laurent, on a reconnu des espèces identiques avec celles qui appartiennent à la période glaciaire de la Suède. Une espèce très-commune dans les mers arctiques, la *Mya truncata*, se retrouve à l'état fossile dans les couches les plus récentes de la Sicile, mais l'animal a disparu complètement de la Méditerranée. Un savant suédois, M. Torell, a fait l'énumération de ces coquilles arctiques, trouvées dans les couches les plus superficielles de l'Angleterre et de la Suède, et les a comparées lui-même avec les individus vivants des régions arctiques en général et du Spitzberg en particulier (1).

Nous avons vu qu'un certain nombre de plantes se sont maintenues dans l'Europe moyenne, après le retrait des grands glaciers.

(1) Voici les noms de quelques-unes de ces espèces : *Pecten islandicus*, *Arca glacialis*, *Terebratella spitzbergensis*, *Yoldia arctica*, *Tritonium gracile*, *Trichotropis borealis*, *Siliscus probus*, *Scalaria Eschrichtii*.

Certaines espèces animales nous présentent le même phénomène. Dans les mers qui entourent les Îles-Britanniques, on pêche, à des profondeurs de 160 à 200 mètres, des mollusques qui ne vivent plus actuellement que dans les mers arctiques; plusieurs sont même identiques avec ceux qui se trouvent dans les couches de l'époque glaciaire, connues sous le nom de *drift*, en Écosse et dans le nord de l'Angleterre. La couche superficielle du sol appelée *lehm*, dans la vallée du Rhin, entre Bâle et Strasbourg, nous a également conservé des coquilles d'*Helix* qu'on ne rencontre vivants que sur les sommets des Alpes. Pendant la période où la plaine suisse était recouverte d'un vaste manteau de glace qui refroidissait toutes les contrées voisines, ces escargots pouvaient vivre et se multiplier dans la vallée du Rhin; actuellement ils ne retrouvent que sur les montagnes le climat qui convient à leur organisation.

Il est des faits encore plus surprenants : un naturaliste suédois, M. Loven, a pêché, par de grandes profondeurs, dans les grands lacs Wennern et Wetteren de la Suède, des crustacés (1) qui non-seulement sont des espèces arctiques, mais encore des espèces marines appartenant soit à la mer Glaciale, soit au golfe de Bothnie. La présence des animaux prouve qu'à l'époque glaciaire ces lacs communiquaient avec la mer Baltique et formaient des fiords profonds comme ceux qui découpent actuellement les côtes occidentales de la Scandinavie. Peu à peu la presqu'île se souleva comme elle le fait encore aujourd'hui; les fiords devinrent des lacs alimentés par des cours d'eau et des sources souterraines; la plupart des animaux marins périrent, mais quelques-uns s'habituerent peu à peu à vivre dans une eau salée et persistèrent jusqu'à nos jours. Les Huîtres et beaucoup d'animaux vivant dans les étangs saumâtres nous présentent le même phénomène. Organisés pour habiter des eaux dont le degré de salure varie beaucoup dans le cours de l'année, suivant les pluies ou l'évaporation, ils finissent par s'accoutumer à l'eau douce. Un changement brusque leur serait fatal, mais une transition ménagée permet à l'organisme de prendre de nouvelles habitudes. La salure des fiords varie également suivant que les rivières et les ruisseaux, gonflés par la fonte des neiges ou des pluies continues, y apportent une grande masse d'eau douce, ou bien que, tous les affluents étant arrêtés par les froids de l'hiver, les tempêtes du large poussent les eaux salées

(1) *Mysis relicta*, *Gammarus loricatus*, *Idothea entomon*, *Pontoporeia affinis*.

jusqu'au fond des canaux plus reculés. On comprend donc que les crustacés, dont les ancêtres peuplaient ces fiords, remplacés actuellement par les deux grands lacs suédois, soient restés cachés dans les grandes profondeurs de ces nappes d'eau douce, témoins vivants de la dépression de la Scandinavie au-dessous de la mer Glaciale qui l'entourait alors et de son soulèvement lent et graduel à partir de cette époque.

Partout sur les côtes de Suède et de Norvège on trouve, au-dessus du rivage actuel, des traces évidentes d'anciens rivages qui permettent non-seulement de constater, mais encore de mesurer le soulèvement de la côte. Ces lignes d'anciens niveaux de la mer, correspondant à des lits de coquilles arctiques, et la géologie, d'accord avec la zoologie, nous démontrent à la fois l'existence d'une période glaciaire et l'oscillation perpétuelle de la croûte terrestre, attestée dans presque tous les pays par le soulèvement ou l'affaissement des côtes dans les îles et sur les continents.

Les terres voisines du pôle sud nous offrent, comme celles du pôle nord, l'image non affaiblie de l'époque glaciaire. Les rivages de Sabrina, d'Adélie et de Victoria, découverts par Dumont d'Urville et James Ross, sont ensevelis sous les glaciers comme le Spitzberg et le Groënland. La mer est sillonnée par des légions de glaces flottantes que les courants entraînent vers le nord. A la Nouvelle-Zélande, Hochstetter a vu, sur la courte pente de la chaîne centrale, des glaciers arrêtés à 200 mètres seulement au-dessus de l'Océan et entourés d'une riche végétation de fougères arborescentes. Partout l'île porte les traces non équivoques d'une époque où les glaciers descendaient jusqu'à la mer. Ainsi la période de froid a régné sur tout le globe, et c'est vainement qu'on chercherait à l'expliquer par des changements locaux dans la configuration des terres et des mers. Une cause générale peut seule rendre compte d'un phénomène qui, rayonnant des deux pôles du globe, s'est étendu sur la moitié de chacun des hémisphères terrestres.

M. Lartet demande si l'on trouve au Spitzberg des traces d'oscillations du sol.

M. Martins répond que M. Torell, dans ses beaux travaux sur le Spitzberg, parle souvent d'une banquette littorale bien prononcée ; M. Martins se souvient de l'avoir observée lui-même et d'y avoir recueilli des coquilles actuelles et une dent de Morse. On observe un phénomène exactement semblable sur

les côtes de la Scandinavie, à cela près que dans ce dernier pays, au lieu d'une seule banquette, on en trouve deux ou trois.

M. Lartet demande à M. Martins comment il explique la présence du Renne au Spitzberg, s'il admet que la mer était libre autour de cette contrée, à l'époque glaciaire, comme elle l'est aujourd'hui.

M. Martins pense, avec d'autres savants, que le Renne a pu être apporté par les baleiniers, surtout par les Russes ; en effet, à une époque encore peu éloignée de nous, de véritables établissements se formaient en été dans les baies, les fiords du Spitzberg, et abritaient toute une population de marins pêcheurs.

Pour tous les voyageurs qui ont visité cette région glacée, c'est un véritable problème que l'existence du Renne pendant l'hiver ; peut-être peuvent-ils trouver quelques lichens, en tout cas au printemps leur maigreur est quelque chose d'inimaginable ; il en est de même des renards bleus qui doivent vivre sur leur graisse pendant la saison froide. Mais en été l'immense quantité d'oiseaux qui viennent nicher sur les rochers leur fournit une alimentation abondante, et le guano qui s'amasse au pied des pentes abruptes réchauffe la terre et y fait pousser une abondante quantité de plantes dont les Rennes se nourrissent. Quant à l'ours blanc, ses habitudes aquatiques, la facilité avec laquelle il navigue sur les glaces flottantes et la chasse incessante qu'il fait aux phoques permettent d'expliquer plus facilement sa présence au Spitzberg et la possibilité qu'il y vive en toute saison.

Les oiseaux partent tous en hiver. Pendant l'été, ils vivent principalement sur les rochers des fiords et cherchent surtout à déposer leurs œufs sur de petites îles pour se préserver des attaques des renards bleus. Les fiords, par leur forme étroite, encaissée, rappellent beaucoup les lacs des Alpes.

M. Hébert fait remarquer que les Alpes, abaissées de plusieurs centaines de mètres, présenteraient sur leur rivage des fiords nombreux et semblables à ceux du Spitzberg.

M. Lartet fait observer qu'à l'époque glaciaire le froid ne devait pas être aussi considérable qu'on pourrait le penser,

puisqu'on nous voyons encore une certaine végétation au Spitzberg.

M. Martins rappelle que pour la production des glaciers il n'est pas besoin d'une température moyenne très-basse; l'hiver peut n'être pas rigoureux; la première condition, c'est que l'été soit froid.

En 1814 et 1815 les étés furent très-froids; cela suffit pour faire progresser d'une manière remarquable les glaciers de la Suisse. En Nouvelle-Zélande, les glaciers arrivent à 200 mètres seulement au-dessus du niveau de la mer; cela ne tient qu'à la température très-basse des étés.

La Société a reçu un mémoire de notre collègue M. Brosard, ingénieur, sur la constitution physique et géologique des régions méridionales de la subdivision de Sétif (renvoyé à la Commission des mémoires).

M. le Trésorier dépose sur le bureau les Comptes de 1864 (renvoyé à la Commission de comptabilité).

Il donne ensuite lecture du projet suivant de budget pour 1865.

Budget pour 1865.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	Nos des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1864.	RECETTES effectuées en 1864.	RECETTES prévues pour 1865.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions . .	1	Droits d'entrée et de diplôme.	600 »	540 »	600 »
	2	de l'année courante.	8,000 »	7,578 50	8,000 »
	3	Cotisations des années précédentes. . .	2,500 »	1,620 »	2,000 »
	4	anticipées.	500 »	500 »	300 »
	5	Cotisations une fois payées. .	1,800 »	1,200 »	1,500 »
§ 2. Produits des publications .	6	Bulletin.	1,200 »	1,549 »	1,200 »
	7	Mémoires.	800 »	392 »	800 »
	8	Vente de . . Histoire des progrès de la géologie.	500 »	545 60	300 »
§ 3. Capitaux placés.	9	Arrérages de rentes 5 % . . .	1,870 »	1,870 »	1,870 »
	10	Arrérages d'obligations. . . .	525 »	540 »	555 »
§ 4. Recettes diverses.	11	Allocation du Ministre de l'Instruction publique pour les publications de la Soc.	1,000 »	1,000 »	1,000 »
	12	Reliquat de l'allocation de l'année dernière.	250 »	250 »	» »
	13	Souscription du Ministre d'État à 50 exemplaires des Mémoires.	1,200 »	600 »	1,200 »
	14	Recette extraordinaire relative au Bulletin.	500 »	25 »	100 »
	15	Recettes imprévues.	20 »	» »	» »
	16	Loyer de la Soc. météorologique.	400 »	400 »	400 »
		Totaux.	21,065 »	18,010 10	19,825 »
§ 5. Solde du compte de 1864.		Reliquat en caisse au 31 décembre 1864			895 90
		Total de la recette prévue pour 1865.			20,720 90

*Budget pour 1865.***DÉPENSE.**

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1864.	DÉPENSES effectuées en 1864.	DÉPENSES prévues pour 1865.
§ 1. Personnel.	1	Agent, { son traitement. . . .	1,800 »	1,800 »	1,800 »
	2				
	3		500 »	500 »	500 »
	4		200 »	200 »	200 »
	5	Garçon de { ses gages. . . .	200 »	200 »	200 »
	6		800 »	800 »	800 »
	7		100 »	100 »	100 »
§ 2. Frais de lo- gement. . . .	8	Loyer, contributions, assu- rances	2,600 »	2,600 »	2,600 »
	9		700 »	679 »	700 »
	10		500 »	241 85	500 »
§ 3. Frais de bu- reau.	11	Ports de lettres.	500 »	528 50	500 »
	12	Impressions d'avis et circu- laires.	200 »	145 »	200 »
§ 4. Magasin. . .	13	Change et retour de mandats.	20 »	5 85	20 »
	14	Mobilier.	100 »	91 95	100 »
	15	Bibliothèque, reliure, port. .	1,500 »	656 65	1,500 »
§ 5. Publications	16	Bulletin, { impression, pa- pier et planches.	8,400 »	6,818 70	7,500 »
	17	port.	900 »	661 55	800 »
	18	Mémoires, impression, pa- pier et planches.	2,400 »	1,572 50	2,500 »
§ 6. Emploi de capitaux. . .	19	Placement des cotisations uni- ques.	600 »	591 50	600 »
	20	Dépenses imprévues.	20 »	» »	» »
Totaux. . . .			21,540 »	17,870 85	20,420 »

BALANCE.

La recette étant évaluée à 20,720 fr. 90 c.
 La dépense à 20,420 »

Il y aura un excédant de recette de 300 fr. 90 c.

Ce projet de budget est adopté par la Société.

Séance du 17 avril 1865.

PRÉSIDENCE DE M. GRUNER.

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. G. Cotteau :

1^o *Études sur les Échinides fossiles du département de l'Yonne*, livrais. 9 à 13, in-8, Paris, 1865, chez J. B. Baillière.

2^o *Une visite au musée de Troyes*, in-8, 8 p. Troyes, 1864, chez Dufour-Bouquot.

De la part de M. P. de Loriol, *Description de quelques brachiopodes crétacés*, in-4, 11 p., 1 pl. Genève.

De la part de M. Alphonse Milne Edwards, *Note sur un crustacé décrit comme fossile et qui vit encore aujourd'hui dans l'océan Indien*, in-8, 4 p.

De la part de M. Gabriel de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, février 1865, in-8.

De la part de sir Roderick I. Murchison, *Address at the anniversary meeting of the royal geographical Society*, 23 mai 1864, in-8, 89 p.

De la part de M. Alphonse Péron, *Notice sur la géologie du canton de Saint-Fargeau (Yonne)*, in-8, 50 p. Paris, 1865, chez F. Savy.

De la part de M. P. Martin Duncan, *A description of some fossil corals and echinoderms from the South-Australian tertiary*, in-8, 8 p., 1 pl., 1864.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1865, 1^{er} sem., t. LX, n^{os} 14 et 15.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XI, 1864; *Comptes rendus des séances*, 3. — T. XII, 1865, *Revue bibliographique*, A, in-8.

L'Institut, n^{os} 1631 et 1632, 1865; in-4.

Soc. géol., 2^e série, tome XXII.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, janvier 1865; in-8.

The quarterly journal of the geological Society of London, n° 80, 1^{er} février 1865, in-8.

The Athenæum, n°s 1954 et 1955, 1865; in-4.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, janvier 1865, in-8.

The Journal of the Royal Dublin Society, octobre 1864—janvier 1865, in-8.

Acta Academiæ C. L. C. G. naturæ curiosorum, t. XXXI, 1864; in-4.

M. G. Cotteau offre à la Société les 9 à 13^e livraisons des *Échinides fossiles du département de l'Yonne*, et il dépose sur le bureau une note (imprimée) de M. Péron sur la craie de Saint-Fargeau (voyez la *Liste des dons*).

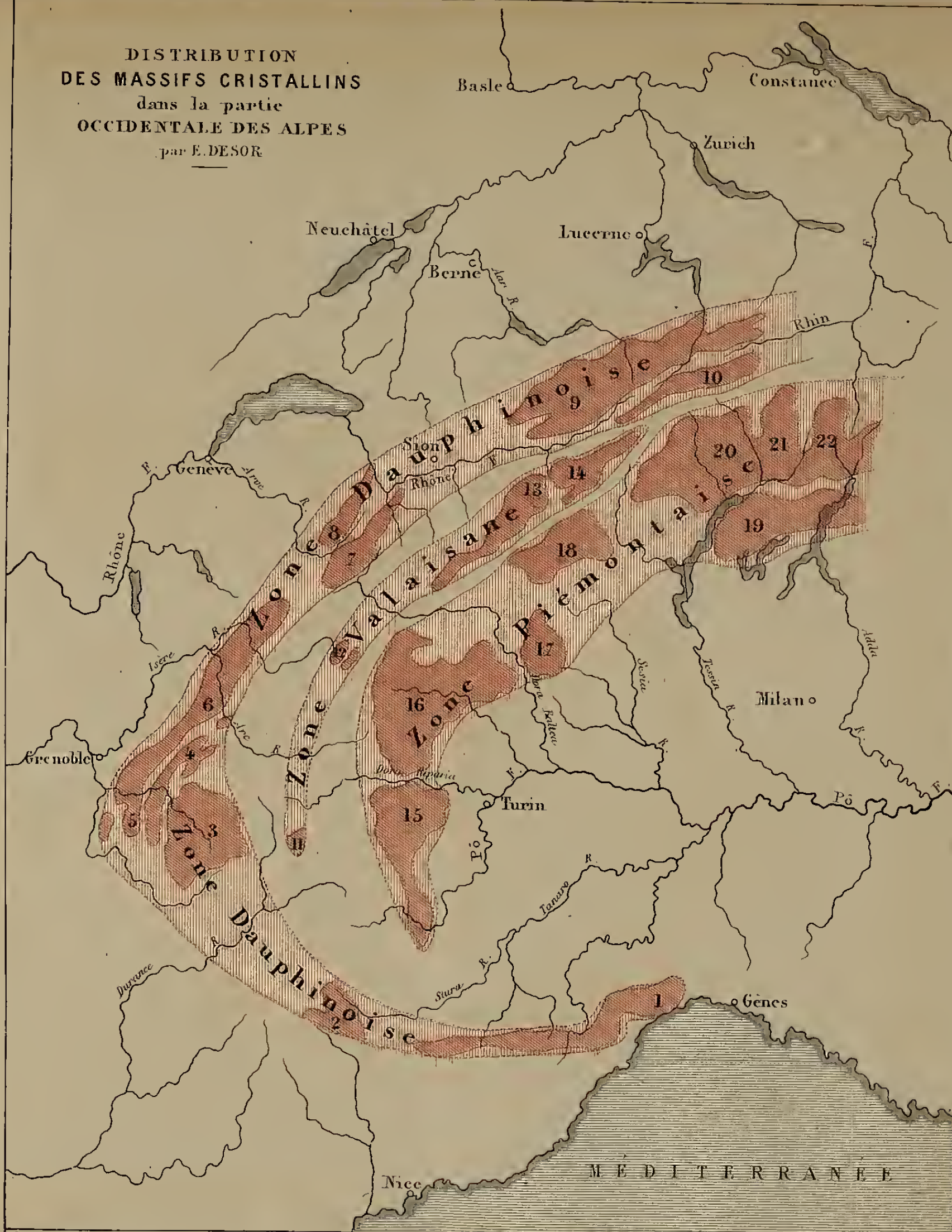
M. Ed. Collomb donne lecture de la lettre suivante de M. E. Desor :

Sur la disposition des massifs cristallins des Alpes ou zones d'affleurement; par M. E. Desor, (*Lettre à M. Ed. Collomb* [Pl. III].)

Il se passera quelque temps encore avant que l'on soit d'accord sur les limites à assigner aux masses cristallines des Alpes. On sait que bon nombre de terrains montrent des traces évidentes de cristallisation, sans que pour cela ils soient d'origine ignée. Suivant que l'on inclinera vers la théorie plutonienne ou vers la théorie neptunienne, on fera la part des terrains métamorphiques plus ou moins large, et les terrains cristallins s'en trouveront en conséquence tantôt restreints, tantôt augmentés. Les uns rangeront au nombre de ces derniers les gneiss, les schistes micacés, les schistes talqueux chlorités, amphiboliques même, etc., tandis que d'autres voudront les restreindre aux terrains massifs, tels que le granite, la protogine, le porphyre.

Mais quelles que soient les divergences qui existent à cet égard, une chose demeure acquise, c'est que les masses cristallines ne sont pas continues d'une extrémité des Alpes à l'autre; elles ne le sont même pas toujours dans les limites d'une seule chaîne. Il est, au contraire, dans leur nature d'être isolées, sem-

DISTRIBUTION
DES MASSIFS CRISTALLINS
dans la partie
OCCIDENTALE DES ALPES
par E. DESOR



I Zone Dauphinoise

- 1 *Massif des Alpes Liguriennes*
- 2 " *des Alpes Maritimes*
- 3 " *de l'Oisans*
- 4 " *des Grandes Rousses*
- 5 " *de Belledune (partie méridionale)*
- 6 " *de Belledune*
- 7 " *du Mont Blanc*
- 8 " *des Aiguilles Rouges*
- 9 " *du Finsteraarhorn*
- 10 " *du S^t Gothard*

II Zone Valaisane

- 11 *Massif du Mont Viso*
- 12 " *de la Vannoise*
- 13 " *du Valais*
- 14 " *du Simplon*

III Zone Piémontaise

- 15 *Massif des Alpes Cottiniennes*
- 16 " *des Alpes Grecques*
- 17 " *de la Sesia*
- 18 " *du Mont Rose*
- 19 " *des Quatre Lacs*
- 20 " *du Tessin*
- 21 " *d'Adula*
- 22 " *de Sureta*



blables à des éruptions au milieu de terrains stratifiés ou métamorphiques.

Il est vrai que, lorsque ces noyaux se concentrent sur un point, les masses cristallines peuvent acquérir une telle prépondérance que les intermédiaires s'effacent plus ou moins. Ainsi il n'existe entre le massif du Finsteraarhorn et celui du Saint-Gothard qu'une bande étroite de schiste ancien qui correspond à la vallée d'Andermatt. Le massif du mont Blanc n'est séparé de celui des Aiguilles-Rouges que par une vallée, la vallée de Chamounix ; de même, entre la chaîne granitique de Belledonne et le massif cristallin des Grandes-Rousses il n'y a qu'une bande étroite de schiste ardoisier.

Ces zones intermédiaires, pour être parfois restreintes, n'en ont pas moins leur signification. Au point de vue de la structure orographique des Alpes, elles ont la même importance que s'il s'agissait de grandes étendues de dépôts sédimentaires formant des plateaux ou des séries de vides et de chaînes, comme, par exemple, en Maurienne et en Tarentaise, entre les Alpes occidentales et les massifs cristallins des Alpes-Piémontaises (Grecques et Cottiennes). Le fait essentiel qui a été surtout mis en lumière par M. Studer, c'est la distribution des massifs en noyaux séparés les uns des autres.

Mais, si c'est le propre des massifs cristallins d'être séparés, ce n'est pas à dire qu'il n'existe entre eux aucune liaison. Leur disposition indique au contraire qu'ils ne sont pas étrangers les uns aux autres, et que, lors même qu'ils ne s'étalent pas largement à la surface, ils n'en sont pas moins reliés entre eux souterrainement, formant dans une certaine mesure la base même de l'édifice. C'est cette liaison des massifs entre eux que je voudrais discuter avec vous.

La tâche que je me propose n'est pas nouvelle. D'autres se la sont posée avant nous, et pour démontrer leur thèse ils ont appelé à leur aide une foule d'arguments tirés de la proximité des massifs, de leur direction et de l'identité ou de la ressemblance minéralogique des roches.

J'aurai à mon tour à invoquer les mêmes arguments, mais pour en tirer des conclusions diamétralement opposées à celles qui ont eu cours jusqu'ici en géologie. Ce qu'il importe, c'est de faire la part de chacun des éléments de la question, sans se laisser entraîner par des considérations théoriques, ni s'exagérer la portée de l'un des éléments au détriment de l'autre.

Il est évident que le doute ne peut exister lorsque tous les élé-

ments concourent à justifier une liaison entre deux massifs. Ainsi les deux massifs du Finsteraarhorn et du Saint-Gothard ont la même direction, la même composition minéralogique, et ils sont presque en contact, n'étant séparés que par une vallée étroite, celle d'Andermatt. Ici l'affinité ne saurait être mise en doute. Ils sont bien de la même famille et, selon toute apparence, de la même époque.

Il peut arriver aussi que deux massifs soient très-rapprochés, sans être identiques de composition. Ainsi la roche du mont Blanc n'est pas la même que celles des Aiguilles-Rouges qui cependant n'en sont séparées que par une simple vallée (celle de Chamounix). Le premier est, comme l'on sait, de la protogine, le second du gneiss. Cependant cette différence n'a pas la portée qu'on aurait pu lui attribuer dans l'origine, avant qu'on ne connût le rapport des différentes espèces minérales entre elles. Au mont Blanc comme au Pelvoux, la roche massive (protogine ou granite), occupe le centre du noyau, étant entourée de tous côtés de gneiss et de schiste micacé. Il a fallu que le noyau s'ouvrit largement pour permettre au granite de se montrer à la surface, et l'on peut supposer que, si la poussée avait été moins énergique le noyau de protogine serait resté dans les profondeurs et nous n'aurions à la surface qu'un massif de gneiss comme aux Aiguilles-Rouges, qui, elles aussi, cachent probablement dans leur sein un noyau de granite.

De même le massif des Grandes-Rousses, quoique composé seulement de gneiss, se rattache probablement à la chaîne de Belledonne, dont il n'est en quelque sorte qu'un pli latéral et accessoire.

Mais ce n'est pas seulement entre les massifs juxtaposés qu'il existe une liaison incontestable. Elle se retrouve également entre des massifs disposés sur la même arête, bien que séparés souvent par des espaces considérables. S'il est une chaîne qui se détache bien de l'ensemble, c'est à coup sûr la chaîne de Belledonne. Aussi a-t-elle été distinguée de bonne heure et en quelque sorte opposée à tout le reste de la chaîne alpine sous le nom d'*Alpes occidentales*.

Cependant il n'échappera à personne qu'il existe une certaine affinité entre cette chaîne et celle du mont Blanc. Cette affinité, qui ressort déjà de l'inspection des cartes, se traduit par l'allure des montagnes aussi bien que par une grande ressemblance dans la structure des roches, en sorte que l'on est naturellement conduit à se représenter les deux massifs de Belledonne et du mont

Blanc comme appartenant au même grand système, ainsi que le fait M. Élie de Beaumont, mais en se fondant essentiellement sur l'identité de direction. Pour nous, c'est le même noyau qui se montre dans l'une et dans l'autre chaîne, en se raccordant souterrainement par-dessous les calcaires et schistes du col du Bonhomme. Le fait que ce second massif n'est pas simple, mais composé de deux noyaux jumeaux (le massif du mont Blanc et celui des Aiguilles-Rouges, séparés par la *maît* de Chamouni), ne saurait être un obstacle à notre manière de voir. De pareils vides ne sont pas chose rare dans les Alpes, et au besoin on en retrouverait les rudiments dans la chaîne même de Belledonne.

S'il y a ainsi raccordement entre le massif de Belledonne et les deux massifs du mont Blanc et des Aiguilles-Rouges, on ne voit pas pourquoi la liaison ne s'étendrait pas aux deux autres massifs jumeaux de Finsteraarhorn et du Saint-Gothard, situés à peu près dans le prolongement des deux précédents. Il est vrai que la direction de leurs strates est un peu plus orientale; mais d'un autre côté il y a similitude incontestable de forme et d'allure. Dans cette hypothèse, le massif du Saint-Gothard serait l'équivalent du mont Blanc et le massif du Finsteraarhorn l'équivalent des Aiguilles-Rouges. Nous aurions de la sorte une première zone, composée 1° du massif de Belledonne avec celui des Rousses, les deux se raccordant probablement avec le massif du Pelvoux; 2° des deux massifs jumeaux du mont Blanc et des Aiguilles-Rouges; 3° des deux massifs jumeaux du Finsteraarhorn et du Saint-Gothard. Ces massifs ont en commun la même forme, la même structure et à peu près la même direction. Nous en ferons provisoirement notre *zone Dauphinoise*.

Une autre grande zone d'affleurements cristallins est celle qui borde la plaine du Piémont, la *zone Piémontaise*; elle commence à la chaîne avec le noyau cristallin des Alpes cottiennes, puis reparaît dans les Alpes grecques qui sont bien de la même famille, malgré leur direction, et quoique séparées par un massif considérable de serpentine. Plus loin, ces massifs ont l'air de se raccorder avec le petit noyau de la Sesia ainsi qu'avec le massif du mont Rose, qui lui-même est intérieurement lié au groupe des Alpes lépontines, comprenant les massifs du Tessin, d'Albula et de Sureta. Il y aurait peut-être lieu de prolonger cette zone jusque dans les Alpes rhétiques et même jusqu'à l'Adige, si la grande zone schisteuse et dolomitique d'Oberhalbstein, qui intervient ici, n'indiquait une limite significative, en ce sens qu'à l'ouest de cette zone les strates sont généralement orientés à peu près du

sud au nord, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction générale de la chaîne alpine. Cette disposition particulière des strates, qui s'étend aux massifs de Sureta, d'Adula, du Tessin et à une partie de celui du Saint-Gothard (1), constitue un trait particulier de l'orographie alpine qui n'est pas encore expliqué, mais dont il est bon de tenir compte. Nous ne croyons pas devoir, pour le moment, prolonger au-delà du massif de Sureta la zone cristalline Piémontaise qui formerait ainsi un segment d'arc depuis les Alpes cottiennes jusque près du lac de Côme.

En dehors des deux grands systèmes ci-dessus on peut en distinguer un troisième intermédiaire entre les deux précédents. En effet, la grande étendue de schiste et de calcaire qui sépare la zone dauphinoise de la zone piémontaise n'est pas vierge de noyaux cristallins ; elle en renferme plusieurs des plus remarquables, sinon par leur étendue, du moins par leur importance orographique, tels que le massif du Simplon et du mont Viso. Quoique assez distants les uns des autres, ils ne sont cependant pas sans liaison. Les deux massifs du Valais et du Simplon sont évidemment proches parents. Plus loin, dans leur prolongement occidental, nous retrouvons (entre la chaîne de Belledonne et les Alpes grecques) un autre affleurement cristallin que nous avons désigné ailleurs sous le nom de *massif de la Vannoise* et qui pourrait bien se raccorder au sud avec les affleurements de gneiss du mont Viso et des sources de la Maira. Quoique moins évidente que les deux précédentes, cette zone intermédiaire n'en a pas moins sa signification, surtout dans sa partie orientale ; elle disparaît avec le massif du Simplon, en face du noyau du Saint-Gothard, là où les deux grandes zones (dauphinoise et piémontaise) se rapprochent de manière à ne plus laisser de place pour de nouveaux affleurements. La direction de cette zone intermédiaire que je qualifierai provisoirement de *zone valaisane* serait ainsi à peu près parallèle à celle de la zone extérieure ou dauphinoise.

Je ne saurais dire à laquelle de ces trois zones se rapporte le massif des Alpes maritimes. Suivant M. Studer, il se relie à la zone extérieure qui formerait ainsi un demi-cercle à peu près complet depuis les Alpes liguriennes par les Alpes maritimes, le Pelvoux,

(1) Voyez Studer, *Physikalische Geographie*, II, p. 282. Suivant M. Studer, cette disposition semblerait indiquer un ancien exhaussement circulaire, antérieur au dernier grand soulèvement. Il y aurait quelque intérêt à en fixer les limites exactes.

Belledune, le mont Blanc, jusqu'au Saint-Gothard. Peut-être aussi ne faut-il y voir que le tronc ou la tige des trois rameaux ci-dessus qui s'écartent à mesure qu'ils s'avancent au nord.

Si cet enchaînement des massifs cristallins est fondé, s'il existe réellement une liaison intime entre ceux qui se trouvent dans une position détournée, on devra en conclure que tous ceux qui participent à cette affinité de structure et de position sont contemporains. Peu importe qu'ils soient exactement dans le même plan ou qu'ils décrivent une légère courbe. Ainsi, s'il nous est démontré que les massifs du Finsteraarhorn et du Saint-Gothard sont construits sur le même plan que ceux du mont Blanc et des Aiguilles-Rouges, nous en concluons qu'ils sont de la même époque, comme d'autres l'ont admis avant nous pour le mont Blanc et les Aiguilles-Rouges dans leur rapport avec la chaîne de Belledune. Le fait que le massif du Finsteraarhorn a une direction un peu différente, de quelques degrés plus à l'E., que le mont Blanc, ne saurait être une raison pour moi de les rapporter à des systèmes ou à des époques de soulèvement différents, pas plus que je ne songerai à isoler le mont Blanc et les Aiguilles-Rouges de la chaîne de Belledune, quand même elles ne seraient pas exactement dans le même alignement.

De même je ne voudrais pas rapporter à une autre époque (système du Vercors) la partie méridionale de la chaîne de Belledune parce qu'elle est déviée de sa direction normale et de N. 26 E. devient N. 8 E. à partir de Taillefer, maintenant surtout qu'il est démontré par les recherches de M. Lory que cette direction remonte à une époque antérieure au dépôt du lias.

Ces mêmes considérations s'appliquent aux deux autres zones. De ce que les strates de gneiss et de schiste micacé dans le massif des Alpes cottiennes ont une direction méridienne, tandis que celles du massif des Alpes grecques sont orientées au N.-E., ce n'est pas une raison pour séparer ces deux massifs si concordants sous d'autres rapports. C'est également en faisant abstraction de ces différences de direction, que nous croyons pouvoir rattacher le gneiss du mont Viso, au moyen d'une courbe, aux roches cristallines de la Vannoise et du massif valaisan.

Il est évident que la forme et la direction de ces zones devront être imprimées par un même soulèvement suivant une ligne courbe, et qu'elles ne sont pas par conséquent l'effet d'un entrecroisement de plusieurs soulèvements, comme on l'a cru pendant longtemps.

Entre les Alpes centrales et les Alpes occidentales il n'y a pas

de différence d'âge; elles sont les unes et les autres de la même époque, puisqu'elles représentent ensemble une seule et même zone, en quelque sorte une même grande vague.

Les différentes zones sont-elles toutes contemporaines, sont-elles l'effet d'un seul et même grand ridement qui aurait occasionné l'éruption des masses cristallines sur trois grandes courbes? C'est ce que j'examinerai dans un autre article en traitant des rapports d'âge des Alpes avec les autres chaînes de montagne, spécialement le Jura et l'Apennin.

Nota. — Nous ne possédons pas de matériaux suffisants pour appliquer dès à présent cette classification aux Alpes orientales, bien que j'aie la conviction qu'elles finissent par rentrer dans le même cadre.

Ainsi le massif cristallin des Alpes rhétiques, bien que séparé de ceux des Alpes bernoises (Finsteraarhorn et Saint-Gothard) par une vaste étendue de terrains stratifiés, paraît cependant devoir se raccorder avec ces derniers, et l'on pourrait même, d'après M. Théobald, envisager comme des jalons de cette liaison souterraine quelques petits affleurements cristallins aux environs de Coire et de Tamina.

Les Alpes noriques semblent se prêter encore mieux à cette combinaison. A l'E. de l'Adige, on y reconnaît deux systèmes parfaitement distincts, tous deux dirigés d'O. en E., l'un comprenant le massif des Tauern, de l'Ankogel, du Hochgolling et du Soemmering, l'autre, qui n'en est séparé que par une mait très-étroite, comprenant le massif de la Drave et celui de la Carinthie. Un troisième système, séparé du précédent par le cours de la Gail, surgit en face du Grossglockner. Bien qu'il ne compte que deux noyaux cristallins relativement petits, savoir le massif des Alpes carinthiennes à l'une des extrémités et le Bacherwald à l'autre, il n'en est pas moins très-accuté au point de vue orographique, puisque ces deux massifs sont reliés par la puissante chaîne des Karawankas et du Terglon.

M. Leymerie fait la communication suivante :

Note sur l'étage garumnien; par M. A. Leymerie.

Depuis la publication du compte rendu des excursions que la Société a faites en 1862 dans les Pyrénées de la Haute-Garonne, la question de l'étage garumnien a été introduite dans le monde géologique, où elle a produit un certain émoi. L'anomalie singu-

lière que cet étage présente a été l'objet d'appréciations diverses et a paru contrarier plusieurs géologues qui ont cherché naturellement à la détruire ou au moins à l'atténuer. Il n'était guère possible d'attaquer le côté stratigraphique qui avait été clairement et unanimement reconnu sur les lieux par les membres de la réunion ; mais les déterminations paléontologiques ont soulevé des objections et des critiques. M. Hébert notamment a émis des doutes sur les oursins qui jouent dans cette question un rôle de premier ordre. Les déterminations cependant avaient été faites par un de nos confrères dont la compétence est généralement reconnue. J'aurais bien pu, certes, me contenter de l'appui de son autorité ; mais, comme il a laissé récemment entrevoir quelque hésitation en présence des conséquences géologiques qu'il était permis de tirer de ses propres résultats, j'ai cru devoir réclamer le contrôle d'un autre paléontologiste, M. Desor, dont l'autorité en pareille matière est incontestable. Je lui ai donc adressé les oursins déjà étudiés et déterminés par M. Cotteau. Notre éminent confrère les a soumis à un examen très-attentif et m'a communiqué ses conclusions qui viennent confirmer de tous points les conclusions que j'avais tirées du premier travail de M. Cotteau.

Les doutes portaient d'abord sur les *Hémipneustes* qui abondent dans la craie pyrénéenne sous-jacente aux argiles garumniennes, craie qui renferme d'ailleurs une faune presque identique avec celle du type si connu de Maëstricht. M. Cotteau avait rapporté en premier lieu ces oursins à *Hémipneustes radiatus*, Agass. ; mais, depuis, les observations de M. Hébert lui avaient inspiré une certaine incertitude. M. Desor adopte pleinement la première détermination de M. Cotteau, malgré quelques différences entre nos individus qui tendraient à les faire distinguer les uns des autres aussi bien que de ceux de Maëstricht.

Un autre sujet de contestation a porté sur les *Micraster* si nombreux dans notre colonie, tandis qu'on n'en trouve pas, chose remarquable, dans notre craie ordinaire. Ces *Micraster* avaient été rapportés au *M. brevis* par M. Cotteau dans son travail spécial sur les oursins des Pyrénées ; mais récemment il avait modifié sa manière de voir à cet égard, et c'est à l'espèce des bords de Rennes, *M. Matheroni*, Desor, qu'il s'était définitivement arrêté. M. Desor est entièrement de cet avis. Il faut donc admettre que les *Micraster* caractéristiques de la colonie garumnienne appartiennent au type des Corbières ; mais ce changement dans la détermination de nos oursins ne peut en rien affaiblir l'anomalie offerte par l'assise qui les renferme ; il ne fait, au contraire, que

la rendre plus prononcée, puisque *M. Matheroni* se trouve aux bords de Rennes dans une couche inférieure aux rudistes si connus qu'Alc. d'Orbigny considère comme turoniens. Cette espèce, au reste, n'est pas la seule, ainsi que nous allons bientôt le faire voir, qui semble indiquer pour la colonie une époque antérieure à celle qui correspond à la craie de Maëstricht.

Les deux principales objections qui ont été faites à notre étage garumnien et à l'anomalie qu'il présente se trouvent donc détruites, et les points fondamentaux du fait que j'avais exposé devant la réunion de Saint-Gaudens restent définitivement établis, savoir :

1° La craie ordinaire de la Haute-Garonne, qui repose sur des couches argileuses renfermant *Ananchytes ovata* (variété haute), *Ostrea vesicularis* (var. épaisse), *Rhynchonella alata*, *Inoceramus Cripsii*, correspond au type supérieur à la craie blanche qui est connu sous le nom de *Craie de Maëstricht*.

2° Cette craie est recouverte, dans la même région, par un étage ayant 200 à 300 mètres de puissance, dont la partie la plus supérieure renferme des oursins et d'autres fossiles qui, partout ailleurs, se trouvent dans un étage crayeux très-inférieur aux couches de Maëstricht.

Ces faits sont d'ailleurs loyalement acceptés par M. Desor, dont l'opinion doit peser d'un grand poids dans une question qui se rapporte à une formation qu'il a étudiée sur une grande échelle et qu'il vient récemment d'observer en Afrique. Notre éminent confrère a bien voulu me communiquer ses impressions dans une lettre dont je crois utile de transcrire ici les principaux passages :

Neuchâtel, le 11 avril 1865.

« Monsieur et cher collègue,

» J'ai passé en revue plusieurs fois et avec le plus grand intérêt votre très-intéressante collection d'Échinides, et je suppose que vous ne serez pas fâché de recevoir des nouvelles de ces vagabonds dont on ne sait ni d'où ils viennent ni ce qu'ils font dans une époque qui n'est plus la leur.

» Et d'abord, quant à l'ensemble des espèces que vous m'indiquez comme appartenant à votre colonie, il est incontestable que leur cachet est celui d'échinides de la craie, et plus spécialement de la partie inférieure de la craie blanche telle qu'elle est représentée à Royan. Les espèces les plus concluantes à cet égard, sont le petit *Hemiaster* que je puis distinguer de *H. nasutulus*,

Sorignet, si commun à Royan, le *Phymosoma* (*Cyphosoma*) *magnificus*, Agass., et *Offaster rostratus*, Deshayes.

» Le *Micraster* qui les accompagne me paraît être *M. Matheroni* plutôt que *M. brevis*. Quant aux *Micropsis*, ils représentent un type nouveau et ne prouvent rien par conséquent ni dans un sens ni dans l'autre ; il en est de même de *Echinobrissus Leymerii* et de *Cardiaster punctatus*, bien que ce soient deux types génériques essentiellement crétacés.

» Les exemplaires de *Ananchytes semi-globus*, Lam. (4) (dont j'ai eu tort peut-être de ne faire qu'une variété de *A. ovata*) méritent une attention spéciale, attendu qu'ils sont très-rares dans le midi de l'Europe, tandis qu'ils pullulent dans le Nord. — Reste *Hemiasster canaliculatus*. Je ne me rends pas bien compte de ce en quoi il peut différer de *H. Verneuilli*.

» Quant à la signification de ce retour de faune, je ne me charge pas de l'expliquer. *C'est à mon sens un des faits les plus singuliers de la paléontologie.*

» Relativement à *Hemipneustes radiatus*, vous vous rappelez peut-être que j'avais rapporté, dans mon *Synopsis*, l'espèce de Gensac et de Monléon à *H. africanus*, Desh.; mais depuis que j'ai vu le véritable *africanus*, tel qu'il est figuré par M. Coquand (pl. 23, fig. 9-11, *Paléontologie de la province de Constantine*), je suis revenu de cette idée et je ne puis voir dans votre oursin de Gensac qu'une variété un peu moins haute de l'espèce de Maëstricht. Ce serait donc l'équivalent de la craie de Maëstricht que vous auriez dans les Pyrénées, et les fossiles de votre colonie, qui occupent un niveau plus élevé de quelques pieds, appartiennent à une zone que nul n'hésiterait à placer au-dessous s'il n'avait à considérer, comme moi, que les oursins. *C'est bien là le caractère propre d'une colonie.* »

A ces premiers documents sur la question soulevée par notre craie de la Haute-Garonne, je demande la permission de joindre quelques observations qui m'ont été suggérées en partie par de nouveaux faits et renseignements qui me sont parvenus depuis ma dernière communication.

Relativement à la craie qui supporte à Ausseing l'étage garumnien et qui est identique avec celle de Gensac, de Saint-Marut, etc.,

(4) Cités par nous, dans la colonie, comme *Ananchytes ovata* de petite taille, et qui diffèrent beaucoup des *A. ovata* conoïdes de notre craie ordinaire.

je rappellerai d'abord que la détermination à laquelle je me suis arrêté, conformément à l'ancienne opinion de M. Hébert, ne repose pas seulement sur celle des Hémipneustes qu'on y trouve fréquemment et qui, à titre de genre seulement, constitueraient un caractère qui n'appartient qu'à la craie de Maëstricht, mais surtout sur l'ensemble de sa faune qui offre avec celle du Limbourg une analogie des plus marquées.

En effet, parmi les fossiles que j'ai signalés à Gensac, se font remarquer en première ligne, avec de nombreux bryozoaires, les espèces suivantes :

<i>Nerita rugosa</i> , Høning., sp.	<i>Thecidea radiata</i> , Defr.
<i>Janira striato-costata</i> , Goldf., sp.	<i>Hemipneustes radiatus</i> , Agass.
<i>Ostrea larva</i> , Lam.	<i>Cidaris Ramondi</i> , Leym.
<i>Exogyra pyrenaica</i> , Leym.	<i>Orbitolites socialis</i> , Leym.

Cette assise d'ailleurs repose sur des couches argileuses ou marneuses avec *Ananchytes ovata*, *Ostrea vesicularis*, *Rhynchonella alata*, qui représentent ici comme à Maëstricht la craie blanche ordinaire. Il y a donc entre les deux régions crétacées une similitude d'autant plus remarquable qu'elles se trouvent séparées par un très-grand intervalle. Cette similitude a d'ailleurs été reconnue par deux géologues qui ont vu notre pays après avoir étudié la craie du Limbourg et qui doivent être regardés, à tous les points de vue, comme les autorités les plus sérieuses en cette matière. On se rappelle que M. de Binckhorst a plusieurs fois manifesté devant la réunion de la Société à Saint-Gaudens et à Luchon la satisfaction qu'il éprouvait en retrouvant au pied des Pyrénées, à 300 lieues de son pays, l'assise supérieure du terrain qu'il étudie avec tant de persévérance. D'un autre côté, M. Tringer, dont certes personne ne contestera la grande expérience et la sagacité, principalement à l'égard de la formation crétacée, et qui a fait une étude sérieuse de la craie du Limbourg, n'a pas hésité, après avoir vu Gensac et Monléon, à nous déclarer qu'il considérait les deux craies comme identiques.

La présence de la craie de Maëstricht dans les Pyrénées ne doit être regardée d'ailleurs que comme un cas particulier, peut-être mieux caractérisé qu'en tout autre endroit, d'un ordre de choses qu'il faut reconnaître en Saintonge et en Périgord (1), et qu'une

(1) La présence de la craie supérieure de Maëstricht dans ces contrées nous semble bien établie par les observations de MM. Coquand et Arnaud. M. Des Moulins, d'un autre côté, vient de signaler à Lan-

lettre de M. Desor nous annonce comme étant largement développé dans nos possessions d'Afrique où il a été étudié par M. Coquand.

L'existence et le développement de la craie de Maëstricht dans le Midi ne rend que plus extraordinaire notre craie garumnienne plus récente que ce type avec lequel d'ailleurs elle n'a presque rien de commun.

Une circonstance particulière, qui vient d'acquérir par de nouvelles observations un certain degré de certitude, nous paraît devoir encore ajouter à cette singularité.

L'étage garumnien se compose de trois assises, savoir, de bas en haut :

1° Les argiles bariolées avec sables et grès lignitifères, calcaires cloisonnés subcristallins et calcaires argileux troués.

2° Le calcaire compacte lithographique à gros silex.

3° Les marnes habituellement glauconieuses où gisent les fossiles de la colonie.

La circonstance que je viens d'annoncer est principalement relative à la seconde assise où généralement on ne trouve que de rares indices de fossiles et encore dans des localités particulières. M. l'abbé Pouech, professeur au séminaire de Pamiers, dit y avoir recueilli des coquilles lacustres reconnaissables. Ce fait est important et, bien qu'il ait été communiqué à la Société depuis longtemps et qu'il ait fait quatre cents lieues pour me parvenir très-tard par le *Bulletin*, je n'hésite pas à l'accueillir. Je dois dire cependant que l'idée de considérer comme d'origine lacustre le calcaire dont il s'agit n'est pas nouvelle. Elle a été depuis longtemps émise par M. Vène, actuellement inspecteur général des mines (1). Je ne m'y étais pas arrêté, parce que je n'avais pas eu la preuve matérielle du fait; mais je n'hésiterai pas à l'admettre aussitôt que cette preuve me sera acquise. Je ferai même remarquer que cette manière de voir se trouverait appuyée par de nouvelles déterminations des mollusques qui se rapportent à l'assise garumnienne inférieure.

quais (Dordogne) plusieurs fossiles particuliers, et notamment *Hemipneustes radiatus*, déterminé comme tel par Alc. d'Orbigny, espèce qui s'y trouve associée à des *Faujassia* (*F. Faujassii*) d'une magnifique conservation.

(1) M. Vène pensait même, comme paraît le faire M. l'abbé Pouech, que le calcaire lacustre de Montolieu, sous-jacent aux couches à Nummulites, n'est que le prolongement du calcaire compacte garumnien, opinion que nous ne partageons pas.

Dans mes précédentes communications, j'avais considéré comme marines toutes les espèces de cette assise; mais deux ou trois de ces espèces doivent être rapportées à des genres lacustres ou au moins d'embouchure. L'une d'elles est justement celle qui joue le rôle caractéristique dans l'assise; je l'avais appelée *Venus garumnica* et tous les conchyliologistes qui l'avaient vue l'avaient regardée en effet comme une Vénus d'après ses caractères extérieurs. Dernièrement des circonstances favorables ont permis d'étudier la charnière et on a reconnu que c'était une Cyrène. Une autre espèce que je considérais comme une Ancillaire est réellement une Mélanopside. Ces modifications s'accordent d'ailleurs très-bien avec la présence des Crocodiles, des Tortues et du lignite dans ce dépôt qui conserve néanmoins un caractère marin très-prononcé par ses Huîtres, ses Tornatelles, ses Cérites et ses Radiolites. Notre assise inférieure serait donc un dépôt mixte qui aurait fini par devenir lacustre.

Ces nouvelles observations ne font que mieux ressortir, ainsi que je le disais plus haut, la singularité de la colonie, assise essentiellement marine, qui repose immédiatement sur le calcaire lithographique et qui se trouve ainsi séparée de la craie de Maëstricht par deux groupes de couches dont l'un est d'eau douce et l'autre d'origine mixte.

J'espère être bientôt en mesure de publier la faune de cette assise anormale et les particularités qu'elle présente; je me contenterai ici de dire que la partie de cette faune qui m'est connue se compose de quarante et quelques espèces, dont vingt sont nouvelles et propres à l'assise dont il s'agit. Les autres, que j'ai pu rapporter à des types déjà établis, indiquent diverses périodes de l'époque crétacée; quelques-unes même appartiennent au terrain nummulitique.

J'ai déjà cité les oursins dont les principales espèces se trouvent en tous pays, excepté dans le nôtre, dans une craie plus ou moins inférieure au niveau de celle de Maëstricht. Les autres espèces sont nouvelles, sauf une, *Echinanthus subrotundus*, Desor., qui est essentiellement éocène et qui se montre en abondance dans les couches de cet âge à Ausseing et ailleurs; mais je n'insiste pas quant à présent sur cet oursin parce que je ne l'ai rencontré que rarement dans la colonie et que les conditions de son gisement, suffisantes pour ma propre conviction, ne le paraîtraient peut-être pas aux yeux des personnes moins habituées que je ne puis l'être aux observations de cette nature.

Les mollusques de la colonie déjà connues comme crétacés, se

rapportent, les uns, à notre craie à Ananchytes et les autres à la craie de Gensac; ce sont :

<i>Crassatella Dufrenoyi</i> , Leym.	<i>Rhynchonella alata</i> , Lam., sp.
<i>Ostrea vesicularis</i> , Lam. (variété ordinaire).	<i>Venus Lapeyrusana</i> , Leym.
	<i>Ostrea uncinella</i> , Leym. (1).

Ces espèces ne sont représentées d'ailleurs dans la colonie que par de rares individus qui évidemment ne sont pas là à leur place naturelle.

Il n'en est pas de même d'un Pleurotomaire conique de très-grande taille que l'on rencontre habituellement dans la même assise, notamment à Marsoulas et que je me suis réservé de citer particulièrement, parce qu'il semble appartenir à la même espèce qu'un individu également gigantesque que j'ai récemment reçu du Danemark avec d'autres fossiles de Faxøe. Cette circonstance me paraît d'autant plus intéressante que notre étage garumnien occupe justement dans la série crétacée la même place que la craie supérieure du Danemark, type du système *danien* d'Alc. d'Orbigny (2).

La présence de plusieurs coquilles éocènes dans cette assise su-

(1) Dans mon mémoire sur la craie de Gensac où cette Huître se trouve décrite et figurée, je l'avais considérée comme une simple variété de *Ostrea vesicularis*; mais depuis, prenant en considération la constance de sa taille et de sa forme et ses gisements tout particuliers, je me suis décidé à en faire une espèce distincte.

(2) Alc. d'Orbigny, associant la craie de Maëstricht à la craie blanche, a formé de ces deux assises un seul type sous le nom de *sénonien*. Son type *danien*, constitué par la craie de Faxøe et le calcaire pisolitique des environs de Paris, représente une époque postérieure. Nos observations nous conduisent à penser qu'Alc. d'Orbigny était dans le vrai lorsqu'il agissait ainsi et nous autorisent même à penser que ce serait à ce dernier type que devrait se rapporter l'étage que nous avons provisoirement appelé *garumnien*, tandis que les deux assises inférieures qui constituent la craie pyrénéenne ordinaire représenteraient le *sénonien*. Il faut convenir cependant que, à part le grand Pleurotomaire qui vient d'être cité, nous n'avons en faveur de cette manière de voir aucun rapprochement paléontologique; nos oursins notamment diffèrent essentiellement de ceux qui ont été décrits comme appartenant à l'époque daniennne. Malgré cette dissemblance des faunes, nous ne pensons pas qu'il faille nécessairement renoncer à une assimilation que la stratigraphie indique, et qui peut-être se trouvera appuyée par la paléontologie elle-même lorsque les fossiles du Danemark seront mieux et plus complètement connus.

périeure de l'étage garumnien est un fait que nous donnons comme certain et constitue un surcroît d'anomalie sur lequel nous n'avons pas cru devoir insister d'abord, afin de ne pas exciter trop de répugnances. Les espèces de cette époque que nous y avons reconnues sont les suivantes :

Natica brevispira, Leym.
Terebratulina tenui-striata,
 Leym., sp.

| *Terebellopsis Brauni*, Leym.
 | *Isocordia acutangula*, Bellardi.
 | *Venus striatissima*, Bell.

Deux de ces espèces se trouvent dans les couches à Nummulites du comté de Nice; la dernière caractérise, dans les Basses-Pyrénées et dans les Landes, des couches intermédiaires entre le terrain crétacé et le terrain à Nummulites, jusqu'à présent regardées comme la partie inférieure de l'étage éocène et qui offrent, chose remarquable, quelques fossiles crétacés. Les autres espèces, les premières que nous avons citées, sont connues comme étant très-habituellenes dans l'éocène du département de l'Aude. La première, *Natica brevispira*, est également abondante au sein d'un calcaire marneux un peu écailleux qui, sur le revers de la montagne d'Ausseing, du côté de Belbèze, n'est séparé de la colonie que par une faible assise de calcaire sub-crayeux à Miliolites par laquelle commence le système éocène pyrénéen. Ces coquilles tertiaires ne se montrent d'ailleurs dans la colonie, ainsi que les espèces crétacées ci-dessus désignées, qu'à titre d'exception et comme par accident.

Si l'on veut bien se représenter dans leur ensemble ces considérations et si l'on se rappelle surtout que les oursins crétacés, qui abondent dans cette assise supérieure, sont presque tous étrangers à notre craie proprement dite (*sénoniennne*), on n'hésitera pas à admettre que la faune qui la caractérise constitue un type tout particulier et pour ainsi dire étranger pour lequel le nom de *Colonie* devrait être créé s'il n'existait pas déjà grâce à notre ancien camarade Barrande (4).

M. Leymerie propose à la Société de fixer le lieu de sa réu-

(4) Nous ferons remarquer cependant une différence assez importante qui existe entre notre colonie et celles du bassin silurien de la Bohême. Ces dernières sont peuplées par des précurseurs dont le développement aura lieu plus tard; dans la nôtre, au contraire, le caractère dont il s'agit est donné par la présence de colons retardataires, reliquat d'une population qui a existé plus anciennement et ailleurs avec ses conditions normales.

nion extraordinaire de 1865 dans les Basses-Pyrénées; il offræ de guider ses collègues dans cette excursion et indique rapidement la série des terrains que l'on aurait à étudier.

Cette proposition est renvoyée au Conseil.

M. J. Martin fait la communication suivante :

Nouvel étage jurassique à la base de cette formation;
par M. Jules Martin.

Étage rhœtien ou zone à Avicula contorta; sa constitution pétrographique, stratigraphique et paléontologique dans les diverses parties de l'Europe où il a été étudié.

EXPOSÉ SOMMAIRE.

La controverse engagée depuis si longtemps au sujet du classement de la zone à *Avicula contorta* m'a déterminé à entreprendre sur cet objet un travail d'ensemble qui paraîtra *in extenso* dans le tome XII des *Mémoires de l'Académie des sciences, arts et belles-lettres de Dijon*, mais dont je désire porter dès maintenant les résultats principaux à la connaissance de la Société géologique de France. Une étude de ce genre a déjà été publiée en Allemagne par M. de Dittmar; mais cette étude, fort remarquable au point de vue géographique et paléontologique, laisse beaucoup à désirer, selon moi, sous le rapport stratigraphique et pétrographique. J'espère même établir que l'auteur a complètement faussé le sens de ses conclusions, pour n'avoir pas su tirer de la faune splendide qu'il a eu, dans tous les cas, le mérite de reconstituer, les enseignements qu'elle comporte lorsqu'on l'envisage sous ses rapports génériques. En pareil cas, aucun élément ne doit être négligé et l'on s'expose toujours à faire fausse route en n'examinant les questions que par un de leurs côtés, ou en cherchant à baser son jugement sur des données incomplètes ou bien sur l'opinion de tel ou tel auteur.

Il faut un cadre plus large où viennent se fondre et se résumer tous les éléments connus du sujet. A cette condition seulement on peut espérer de présenter la question sous son véritable jour. Dans ce but, j'ai analysé et discuté les divers travaux parus sur la matière depuis vingt à vingt-cinq ans au moins. J'ai reproduit un grand nombre des coupes qui ont été publiées, et je crois être arrivé par ce moyen à donner une idée aussi nette que précise de la constitution stratigraphique et pétrographique de cet horizon dans

toutes les parties de l'Europe où elle a été étudiée. J'ai relevé, d'un autre côté, les moindres accidents géologiques et tenu note des résultats paléontologiques consignés dans chacun de ces travaux partiels, en sorte qu'il a été ensuite très-simple de reconstituer la faune de cette époque, de la comparer aux faunes voisines et d'en tirer de solides conclusions. Cet historique, dont je ne pourrais donner même un aperçu sans dépasser les limites imposées à une relation sommaire de la nature de celle-ci, comprend neuf chapitres consacrés successivement à l'Angleterre, l'Allemagne du nord, l'Autriche septentrionale, le Wurtemberg, la Bavière, le Vorarlberg et le Tyrol septentrional, l'Italie, la Suisse et la Savoie et enfin la France et la Belgique. Nous allons en retrouver d'ailleurs le résumé en substance, sous les titres ci-après, destinés à faire connaître la zone litigieuse au triple point de vue pétrographique, stratigraphique et paléontologique.

I. — PÉTROGRAPHIE.

Si nous examinons les caractères pétrographiques de la zone à *Avicula contorta*, indépendamment de ses relations stratigraphiques, nous la trouvons partout en Europe, constituée par des assises gréseuses ou marno-calcaires, plus rarement dolomitiques, suivant qu'elle repose sur des couches cristallines, arénacées ou calcaro-marneuses. La subordination de ce caractère à la nature des dépôts sous-jacents ressort très-clairement de la revue historique à laquelle nous nous sommes livré.

En Angleterre, où le trias est généralement très-développé, les dépôts argileux et versicolores du *red-marl* sont le plus souvent surmontés de marnes schisteuses de couleur foncée, alternant avec des calcaires compactes ou terreux, en lits minces, d'un blanc jaunâtre ou gris clair, tout à fait semblables à ceux des strates supérieures du *lias blanc* et de la zone à *Ammonites planorbis*. Quelques feuillet gréseux, toujours très-minces, se trouvent çà et là noyés dans la masse et témoignent du voisinage des grès du keuper au détriment desquels ils se sont sans doute formés. Du reste, dépôt du *bone-bed* et infra-lias sont pétrographiquement si voisins l'un de l'autre dans cette région, que les auteurs ne sont pas encore d'accord sur le point où il convient d'en fixer la limite.

Dans le Hanovre, au contraire, cette même zone à *Avicula contorta* est généralement gréseuse, quoique succédant au keuper ; mais aussi ce caractère minéralogique persiste jusqu'aux calcaires à Gryphées et se retrouve inférieurement dans le keuper dont les

dépôts sont arénacés et très-puissants. Selon M. de Strombeck, les grès de la zone à *Ammonites angulatus*, alternativement gris-blanc ou jaune-brun, associés à des calcaires argilo-sableux, à des argiles gris-blanc et à des sables jaunes, succèdent à des argiles sableuses de même couleur, caractérisées par l'*Asteria lumbricatis* et le *Calamites arenaceus*, puis ces dernières assises reposent sur des grès quartzeux d'un blanc jaunâtre, solide ou friable, passant aux marnes irisées.

Dans le duché de Brunswick et du côté de Gotha et d'Eisnach, M. Credner constate également, au-dessus du niveau à *Ammonites pylonotus*, des grès à peu près semblables à ceux du dessous et il y trouve le *Cardium Philippianum* qui, s'il faut l'en croire, abonde dans la zone à *Avicula contorta*.

En Autriche, les caractères minéralogiques paraissent peu tranchés, car M. de Huer, étudiant en 1854 les couches de Koessen dont il donne la faune, cite sans distinction, comme provenant de ce gisement, des Bélemnites, des Nautilus, des Ammonites, et, entre autres, les *Ammonites bisulcatus*, *Kridion*, *Moreanus*, etc., associés aux espèces les plus caractéristiques de la zone à *Avicula contorta*.

Il en est encore de même dans la notice de M. Kudernatsch sur le Hochgebirge, bien que l'auteur paraisse disposé à classer dans le trias le dachsteinkalk.

Ce calcaire de Dachstein, dont les assises supérieures contiennent tous les fossiles du lias, est d'ailleurs minéralogiquement si peu distinct du plattenkalk, rangé par la plupart des auteurs dans le trias, que M. Ed. Suess les réunit dans un seul groupe, considérant les couches de Koessen comme un *facies* marneux du même dépôt.

Dans le Wurtemberg, aux environs de Tübingen, les grès de la zone à *Avicula contorta* reposent également sur les marnes irisées et sont recouverts de plusieurs assises d'un grès jaune, avec lits de calcaires subordonnés, dans lesquels abondent les Cardinies et autres fossiles de l'infra-lias. Ces assises gréseuses alternent ainsi avec des calcaires jusqu'au lias moyen et sont minéralogiquement semblables aux strates supérieures du keuper. M. Quenstedt, qui les a étudiées avec soin, n'y voit d'autre différence que d'être toujours plus tendres et plus calcarifères.

La même transition pétrographique paraît exister aussi dans le duché de Cobourg et au nord de la Bavière où M. Schaubert nous cite l'*Ammonites raricostatus*, l'*Ostrea irregularis* et diverses

Cardinies comme provenant des couches gréseuses qui surmontent les marnes irisées.

Dans la Souabe, d'après M. Rolle, la zone à *Avicula contorta* est ordinairement formée de deux assises, dont l'inférieure est gréseuse comme le keuper et la supérieure calcaire et marneuse comme le lias. Cette pétrographie particulière constitue ce que MM. Deffner et Fraas ont appelé le *bone-bed-sandstein* et le *bone-bed-thone*.

Dans les Alpes bavaroises, au contraire, la zone généralement constituée par des strates argilo-calcaires de la base au sommet se détache des dolomies du keuper pour passer aux calcaires de Dachstein, roches sombres, souvent oolithiques, dont les bancs supérieurs contiennent les fossiles les plus caractéristiques du lias.

Il y a cependant une exception à citer : c'est dans les localités où les couches marneuses de Kœssen ayant disparu, les calcaires de Dachstein reposent directement sur le plattenkalk. Là les caractères minéralogiques sont si peu distincts que les auteurs ne paraissent pas d'accord sur le point où il convient de placer la limite.

Dans le Vorarlberg, les mêmes dolomies du keuper servent encore de base à notre zone qui est ordinairement calcaire comme le lias, tandis que les dolomies alternent à la partie inférieure avec des gypses, des schistes noirs et des marnes irisées.

Dans la Haute-Franconie, les strates du bone-bed sont gréseuses et succèdent régulièrement aux marnes irisées ou aux grès du keuper. Elles se terminent par une série de schistes argileux, à la partie supérieure desquels se rencontrent les *Ammonites planorbis* et *angulatus*.

En Lombardie, entre Menaggio et Bene, les coupes que M. Escher de la Linth a données de cette même zone reposent sur l'hauptdolomite et présentent des assises de couleur sombre, alternativement schisteuses, calcaires et marneuses, passant par nuances insensibles aux calcaires gris-fumeux du lias.

Plus au sud, près du golfe de la Spezia, M. Capellini à qui on doit la connaissance stratigraphique de ces dépôts, nous les montre sous forme de schistes, de calcaires noirs ou de dolomies dont les parties supérieures (marbres de Portoro) contiennent les fossiles du lias.

En Savoie, sur les bords du lac de Genève, la pétrographie de cet horizon géognostique, constitué aussi par des couches marno-

calcaires de couleur sombre, contraste avec les nuances plus vives (rougâtres ou verdâtres) des marnes du keuper. Ces dépôts s'harmonisent au contraire très-bien par la nuance, avec les marnes et calcaires bleu-foncé du lias. Nous ajouterons que dans le keuper les bancs solides sont généralement magnésiens, tandis qu'ils sont calcaires dans la zone à *Avicula contorta* aussi bien que dans les strates liasiques.

Il en est de même encore dans la coupe de Matringe, reproduite par M. Vallet, d'après M. Favre.

Dans les Alpes vaudoises, par contre, vallée de la Tinière, la transition minéralogique paraît admirablement ménagée avec le keuper.

La cargnule y devient de moins en moins celluleuse et passe à un calcaire compacte, gris-clair, en bancs peu épais, alternant avec des conches de marnes schisteuses grises ou vertes et plus foncées au sommet, où se trouvent l'*Avicula contorta* et autres fossiles caractéristiques de la zone. Malheureusement le point de jonction avec le lias nous est inconnu.

Jusque-là donc rien de bien tranché entre la pétrographie de ces assises et celle des étages voisins, si ce n'est quelquefois du côté du keuper; mais cela change au pourtour du plateau central de la France dont nous allons maintenant nous occuper. Ce massif cristallin, depuis longtemps émergé, formait alors une île au pourtour de laquelle l'action prolongée des flots a amoncelé la ceinture de dépôts arénacés qui servent aujourd'hui de socle à la formation liasique. Dans le Rhône et l'Ardèche, ces dépôts à l'état de grès quartzeux jaunâtre ressemblent beaucoup aux grès du trias auxquels ils passent insensiblement. Ils contrastent, au contraire, d'une manière assez frappante avec le *choin-bâtard*, dont ils suivent cependant toutes les allures, tandis qu'ils sont en stratification transgressive avec le keuper. Dans la Lozère et le Gard il en est encore de même : seulement les grès sont suivis de calcaires magnésiens arénifères ou de dolomies grésiques qui paraissent constituer le lias inférieur dans tout le midi de la France. A Aujac, pourtant, les grès alternent avec les dolomies et sont recouverts par des calcaires et des marnes à Cardinies. Du reste, dès qu'on s'éloigne un peu du contact des roches cristallines, la constitution pétrographique change. Ainsi, aux environs de Digne (Basses-Alpes) l'aspect de la zone est tout à fait différent. La série de schistes et de calcaires qui la constitue a les plus grands rapports avec les assises du lias qui viennent au-dessus, tandis qu'elle tranche très-visiblement avec les gypses et les dolomies vacuo-

lares du keuper. Si nous revenons maintenant au plateau central, au point où nous l'avons quitté, nous retrouvons les dépôts de notre zone à l'état arénacé comme le keuper, dans l'Hérault, l'Aveyron, le Lot, la Corrèze et la Dordogne, où ils sont généralement recouverts par des calcaires magnésiens compacts et des dolomies celluleuses. Dans la Charente, d'après M. Coquand, la formation liasique débute aux environs de Cherves, de Genouillac, d'Épénède, etc., par des masses puissantes de grès feldspathique, avec bancs subordonnés de jaspes jaunes et bruns contenant plusieurs fossiles du grès de Hettange. Est-ce à dire, cependant, que la zone à *Avicula contorta* y soit représentée? nous ne saurions l'affirmer. Dans tous les cas, si les grès sont seulement les équivalents de ceux de Hettange, leur structure pétrographique paraît bien semblable aux grès du bone-bed. Mais en suivant cet horizon géognostique dans les départements de la Vienne, de l'Indre et du Cher, où les marnes du trias débordent presque partout au contact des terrains cristallins, on voit le facies gréseux disparaître le plus souvent et faire place à des alternances marno-calcaires ayant la plus grande analogie avec les assises liasiques qui viennent par dessus. Il est vrai que ces dépôts ne diffèrent pas sensiblement non plus des strates inférieures du keuper, si ce n'est par les couleurs qui, dans ces dernières, sont beaucoup plus vives et heurtées. Aux environs de Moulins (Allier), où le granite pointe à peu de distance, les dépôts de la zone à *Avicula contorta* redeviennent arénacés comme les grès du trias auxquels ils succèdent. Ils sont en outre recouverts d'un calcaire magnésien, grossièrement schisteux qui, pour Dufrénoy, est l'équivalent du lias blanc anglais. Ces calcaires dolomitiques qui, dans tout le Midi, ont une prédominance si marquée, n'ont plus ici qu'une faible épaisseur et semblent être à ce niveau les derniers représentants de ce système de couches qui, dans le nord-est de la France, comme dans les régions alpines, semblent particulièrement confinées dans le trias.

Dufrénoy en signale cependant encore quelques vestiges, sous forme de lentilles, associés à du minéral de fer, dans les bancs infra-liasiques du département de Saône-et-Loire. Dans cette contrée, de même que dans la Nièvre et la Côte-d'Or, les dépôts de la zone litigieuse sont aussi constamment gréseux au contact des strates arénacées du keuper ou des roches de cristallisation et très-distincts, par conséquent, des calcaires lumachelles de la zone à *Ammonites planorbis*. Nous avons cité cependant dans la Côte-d'Or plusieurs exemples prouvant qu'il n'en est pas ainsi lorsque le dépôt s'est opéré sur les marnes irisées, loin des roches cristal-

lines et à l'abri des courants qui en apportaient les débris. Dans ce cas alors les sédiments sont calcaire-marneux et forment une transition aussi complète que possible entre les marnes du keuper et les calcaires argileux du lias.

Les grès dominent également dans la constitution de ces assises inférieures dans les départements du Jura, du Doubs et de la Haute-Saône, et il en est de même, sans discontinuité, depuis la Haute-Marne jusqu'au duché de Luxembourg, en suivant cet horizon à travers les Vosges, le Haut et le Bas-Rhin, la Meurthe et les Ardennes. Mais, dans toute cette partie nord-est de la France, à partir des Vosges, le gisement des grès n'est pas limité seulement à cette zone inférieure; on les voit constituer aussi à peu près exclusivement les assises à *Ammonites planorbis* et *angulatus* et quelquefois même le calcaire à Gryphées. « Il paraît y avoir, » disent MM. Terquem et Piette (1), une certaine relation entre » la composition de la première couche du lias et celle des terrains qui ont servi de rivage à la mer liasique, dans les Ardennes, la Belgique, le grand duché de Luxembourg, la Moselle et la Meurthe. Ainsi, à Aiglemont, point le plus rapproché des » roches granitiques du plateau, le premier banc liasique est un » grès renfermant des cristaux de feldspath. Entre Mézières et Janmoigne, où les falaises de la mer étaient formées par les » schistes et les quartzites paléozoïques, c'est un poudingue constitué par des cailloux roulés arrachés à ces falaises qui est le » premier banc du lias. Entre Janmoigne et Attert, où la côte se » composait des conches sableuses du *bone-bed*, d'un épais amas » de galets triasiques, etc., la première assise formée dans les eaux » est un grès marneux et micacé. Enfin, dans le grand duché, la » Moselle et la Meurthe, où les marnes irisées avec leur immense » développement limitaient la mer par leurs couches rougeâtres, » on trouve à la base du lias une marne rouge sans fossiles. » Il y a donc également dans cette région transition minéralogique aussi bien avec le lias qu'avec le keuper.

De tout ceci il ressort, ainsi que nous le disions au commencement de ce chapitre, que la constitution pétrographique de notre zone, abstraction faite, bien entendu, des apports vaseux ou sableux des fleuves et des courants sous-marins, est partout subordonnée à la nature des dépôts sous-jacents ou des rives que baignaient les mers de cette époque reculée. Grossièrement arénacée

(1) *Le lias de la Meurthe, de la Moselle, etc.* (Bull. de la Soc. géol. de France, 2^e sér., t. XIX, p. 354).

au contact immédiat des roches cristallines, elle devient sableuse lorsqu'elle succède aux grès du keuper et marno-calcaire quand les marnes irisées et autres assises d'origine vasense lui servent d'appui. Rien conséquemment de plus ordinaire que de voir les premiers sédiments de ce groupe se mêler à ceux du keuper et alterner même avec eux pendant un certain temps, puis passer par la même transition à la partie supérieure, en atteignant le lias. Et que l'on ne dise pas que ces rapports sont plus intimes avec l'étage qui précède qu'avec celui qui suit, parce que, si cela est vrai pour certaines parties de la France, cela ne l'est plus pour l'Angleterre, la Provence, l'Italie et la plus grande partie des régions alpines.

Nous ne croyons donc pas que l'on puisse raisonnablement conclure du caractère minéralogique de cette zone pour la rapprocher soit du lias, soit du keuper, car ce qui serait admissible pour une région ne le serait plus pour une autre.

II. — RELATIONS GÉOLOGIQUES ET STRATIGRAPHIQUES.

Dans la question qui nous occupe, on pouvait espérer que le soulèvement du Thuringerwald viendrait nous faciliter la solution du problème, en nous présentant des relèvements de couches, soit de l'un, soit de l'autre côté de la zone litigieuse. Cependant il n'en est rien, et, sauf accidents locaux, assez étroitement circonscrits, on voit constamment ce groupe se maintenir en concordance de stratification et avec le keuper et avec le lias. En Angleterre, nous ne trouvons même dans les anteurs aucune trace d'accidents de ce genre. Dans le Hanovre, MM. de Strombeck et Schloenback ont également observé une concordance complète entre les deux étages, sauf à la mine de Goldsaksglück, où la zone à *Avicula contorta* se trouve, à sa partie supérieure, en contact immédiat avec le *Jura brun*.

Même liaison intime entre le lias et le keuper dans le duché de Brunswick et autour de Gotha et d'Eisnack, étudiés par M. Credner. De Salzgitter à Hildesheim, nous dit M. de Dittmar, il y a de grandes masses de bone-bed qui sont partout en concordance avec le keuper, et de ce point jusqu'à Cobourg, où le même parallélisme existe, ces dépôts sont recouverts par le lias qui en observe également tous les contours. Mais, dans le Wurtemberg, deux discordances par isolement ont été signalées par M. de Mandelsloh, l'une à Weinstäige et l'autre dans la vallée du Neckar, près de Neckarthailfingen. Sur ces points, à ce qu'il paraît, les grès de la zone à *Avicula contorta* manquent et le cal-

caire à Gryphées repose directement sur les marnes irisées. Conséquemment l'infra-lias proprement dit et la zone inférieure ne se seraient pas déposés, ou auraient disparu de ce côté. Ce sont d'ailleurs les seules lacunes ou accidents de ce genre que l'on connaisse dans le pays. Dans la Franconie, d'après M. le professeur Pfaff, les dépôts du bone-bed sont intimement liés à l'infra-lias dont ils suivent invariablement les allures, apparaissant ou disparaissant toujours avec lui. La même régularité stratigraphique s'observe aussi dans la Souabe entre les dépôts keupériens et liasiques, et dans toute la chaîne des Alpes bavaraises, sauf, peut-être de Kammerkahr à Wainding où, suivant M. Gümbel, les couches de Koessen vont en s'amincissant progressivement jusqu'à disparaître entre le calcaire de Dachstein et le plattenkalk. Toutefois, s'il y a là discordance réelle, elle ne peut s'expliquer qu'en faveur du lias, puisque le dachsteinkalk avec *Avicula contorta* et autres fossiles caractéristiques de la zone ne cesse d'affleurer au-dessous de cet étage. Dans le Vorarlberg, la série complète se continue également sans trouble ni interruption, depuis le keuper le plus inférieur jusques et y compris le lias, et il en est de même dans toute la chaîne des Alpes principales, qui, selon M. de Dittmar, ne semble pas avoir subi la poussée du Thüringerwald. L'Autriche est pareillement sans discordance connues à ce niveau; mais M. Stur nous en signale une d'une certaine importance en Hongrie, dans les Karpathes, où les couches de Koessen les plus inférieures reposent sur le rothliegenden. Dans la Lombardie et la Sardaigne, jusqu'à la Spezia, la régularité de la stratification ne paraît avoir été nulle part interrompue et aucun trouble n'est indiqué non plus, ni à la base ni au sommet de la zone, en Suisse et en Savoie, dans le massif des Alpes occidentales. En France, nous retrouvons encore la même constance et la même intimité dans les relations stratigraphiques. Seulement, au pourtour du plateau central, les grès de la zone reposent très-fréquemment en stratification transgressive sur les roches anciennes, circonstance qui prouve bien positivement un affaissement de ce plateau entre le dépôt du trias et celui du bone-bed. Ainsi, dans le Rhône, les assises de ce dernier terrain reposent tantôt sur les schistes verts satinés, comme à Chessy, tantôt sur le granite, comme au mont d'Or, tantôt sur le gneiss comme à la montagne de la Longe, etc. — Dans l'Ardèche, plusieurs exemples de ces dépôts en assises transgressives ont également été signalés, et de même dans la Lozère, aux environs de Villefort. Dans le département du Gard, vallée de la Balmette, ces mêmes grès, pas-

sant au poudingue, s'appuient sur les micaschistes et servent de base à un calcaire compacte à grains de quartz riche, en fossiles de la zone à *Ammonites planorbis*. A Anjac, ils alternent avec des calcaires magnésiens auxquels succèdent des calcaires et marnes à Cardinies, et se trouvent pareillement adossés à la montagne schisteuse de la Tune, dans le ravin du Chaylard.

M. Hébert, à qui nous devons ces détails, ajoute que la liaison entre ces divers dépôts est d'une intimité telle, que les grès dessinent parfaitement la forme de l'ancien rivage jurassique, tandis qu'ils s'isolent du trias par des allures toutes différentes. Aux environs de Lodève, même débordement de la zone sur les roches anciennes et aussi, près de l'igeac et de Combecave, dans le département du Lot. Dans la Corrèze, non loin de Brives, les arkoses et les grès dépendant de cet horizon se soudent au granite, et à Nontron, dans la Dordogne, ils offrent aussi avec le trias des exemples de superposition transgressive qui accusent nécessairement un mouvement géologique entre les deux formations. Au nord du plateau central, le même phénomène se reproduit dans les départements de la Nièvre, de la Côte-d'Or et de Saône-et-Loire. Mais, sur tous ces points, il faut le dire, ces sortes de discordances sont toujours restreintes et ne paraissent avoir troublé en rien le parallélisme des couches des deux étages dans les autres parties des mêmes départements où ils se trouvent en contact. — Il semblerait que l'affaissement aurait été lent et graduel, et qu'il se serait opéré à peu près sans secousses. Du reste, ce n'est pas seulement pour le bas que ce groupe présente des exemples d'isolement; on en a signalé aussi à la partie supérieure; mais ils sont moins nombreux et encore plus étroitement circonscrits. Ainsi, dans le Gard, entre Mas-Dieu et Portes, aux environs d'Alais, les calcaires inférieurs du lias s'appuient en stratification un peu transgressive sur les grès inférieurs. Dans la Lozère, aux environs de Saint-Hippolyte-le-Fort, et plus à l'O., vers le Cayla, les marnes supéro-liasiques vont buter directement contre ces mêmes grès soulevés et disloqués. A Pierre-Morte, près Saint-Ambroix, ils sont directement recouverts par les marnes oxfordiennes, ce qui n'empêche pas que dans toutes les autres parties des Cévennes, où existent ces grès inférieurs, ils ne soient suivis des strates de l'infra-lias, avec lesquelles ils sont en parfaite concordance. Enfin, dans la Côte-d'Or, à Toutry et à Montlay, il y a superposition immédiate de la lamachelle au granite et, sur quelques points intermédiaires, atrophie des grès du *bone-bed* dont le dépôt semble venir mourir en biseau, sous forme de lentille très-

aplatie, non loin des rives de la vallée du Serain. Car, c'est encore un des résultats de l'instabilité des niveaux et de la fréquence des oscillations du sol à cette époque de la terre, d'avoir atrophié et même fait disparaître des zones paléontologiques entières. C'est ainsi qu'à la montée de Menétoy, près de Semur (Côte-d'Or), les dépôts à *Avicula contorta* se trouvent réduits à un simple feuillet de grès grossier, intercalé entre les marnes du keuper et les lumachelles à *Ammonites planorbis*.

C'est à la même cause également qu'il faut attribuer la disparition du *bone-bed* dans quelques parties du Cher, comme dans la vallée de la Marmande, et celle de l'infra-lias tout entier à Arnon et aux environs de Saint-Amand, où le calcaire à Gryphées repose directement sur les argiles charbonneuses des marnes irisées. Nous pourrions, d'ailleurs, citer dans la Côte-d'Or aussi des exemples de ces disparitions accidentelles à Mémont, Savigny, Mâlain, Blaisy, etc., et montrer que de ce côté les calcaires de la zone à *Ammonites angulatus* s'appuient sur les grès à *Avicula contorta* auxquels ils sont aussi intimement liés, que si l'absence des lumachelles à *Ammonites planorbis* n'équivalait pas sur ces points, à une sorte de discordance. Mais nous n'insisterons pas sur ces faits, parce qu'ils sont loin d'être suffisants, à notre sens, pour isoler la zone litigieuse des dépôts qui lui succèdent.

Voyons maintenant si les accidents de même nature cités dans le N.-E. de la France ont plus de valeur sous ce rapport.

Dans le Jura, le dépôt des grès du *bone-bed* sur le granite, dans le massif de la Serre, semblerait témoigner en faveur de l'association de ce groupe au lias, s'il fallait voir dans ce fait de superposition transgressive une preuve de sa discordance avec le keuper. Mais dans la Meurthe, la Moselle, les Ardennes et le duché de Luxembourg, des phénomènes d'un ordre inverse ont été fréquemment constatés, bien qu'on ne doive les considérer eux-mêmes que comme des exceptions. « Dans les vallées de la Meurthe et de la Moselle, disent MM. Terqucin et Piette, à qui nous empruntons ce qui va suivre sur cette région (1), le lias affecte une forme constamment marneuse. On y distingue deux divisions principales : les marnes rouges et le calcaire propre à la fabrication de la chaux hydraulique. Les marnes rouges recouvrent le *bone-bed* ; elles ont en moyenne 3 mètres d'épaisseur et ne contiennent aucun fossile. Les calcaires à chaux

(1) *Le lias inférieur de la Meurthe, de la Moselle, etc.* (Bull. de la Soc. géol. de France, 2^e sér., t. XIX, p. 334 et suivantes).

» hydraulique appartiennent à quatre horizons paléontologiques
 » distincts : la zone à *Ammonites planorbis*, celle à *Ammonites*
 » *angulatus*, celle à *Ammonites bisulcatus* et celle à *Belemnites*
 » *brevis*. Les couches à *Ammonites planorbis* n'affleurent qu'en
 » très-peu d'endroits ; elles sont extrêmement minces, et les cal-
 » caires à *Ammonites angulatus* eux-mêmes n'ont guère plus d'un
 » mètre d'épaisseur. L'atrophie de ces derniers calcaires et l'ab-
 » sence presque totale des marnes à *Ammonites planorbis*, ne peu-
 » vent s'expliquer que de deux manières : ou à l'époque de ces
 » céphalopodes les courants entraînaient vers la pleine mer pres-
 » que tous les sédiments que laissaient les flots dans ces parages,
 » ou il y eut alors, sur les plages de la Moselle et de la Meurthe,
 » un soulèvement lent et continu qui les mit à sec après le dépôt
 » des marnes rouges, de sorte que les sédiments à *Ammonites pla-*
 » *norbis* s'y amassèrent seulement dans les rares endroits qui con-
 » tinuèrent à être baignés par les eaux, et que les couches à *Am-*
 » *monites angulatus* ne s'y formèrent que lorsqu'un affaissement
 » eut remplacé la mer dans ses anciennes limites. » Dans le bassin
 de la Sarre, entre Habay, Sierck et Echternach, les argiles rouges
 « moins puissantes que celles de la Meurthe et de la Moselle,
 » mais, du reste, entièrement semblables, *affleurent également sur*
 » *le bone-bed*. Elles sont recouvertes par des marnes noirâtres,
 » bitumineuses ou graphiteuses, tantôt plastiques, tantôt feuille-
 » tées, qui alternent avec les bancs de calcaires aux teintes enfu-
 » mées dont les blocs dégagent sous le choc du marteau une
 » odeur nauséabonde ; c'est l'horizon des *Ammonites planor-*
 » *bis* (1). » — Entre Habay et les Buttes, le lias *repose encore sur*
les sables du bone-bed ; mais à l'ouest il recouvre le terrain ardoi-
 sier dont les roches quartzeuses et schisteuses constituaient de ce
 côté les falaises de la mer liasique. Dans ces parages, le dernier
 dépôt du lias est un grès qui « se soude intimement aux sables du
 » *bone-bed* dans tous les pays où il repose sur eux (2). » D'Aigle-
 mont aux Buttes, au contraire, « sur une longueur de 54 kilomètres,
 » ce dépôt est représenté par un conglomérat coquillier qui a ra-
 » rement 1 mètre d'épaisseur. A Saint-Menge, ce conglomérat n'a
 » plus que 0^m,30, et déjà, dans la partie supérieure, gisent des
 » *Ammonites angulatus*. De nombreux cailloux roulés, arrachés
 » aux roches quartzeuses de l'Ardenne, forment avec les coquilles
 » et quelques polypiers les éléments de ce banc remarquable. Le

(1) *Loc. cit.*, p. 333.

(2) Terquem et Piette, *loc. cit.*, p. 350 et 354.

» ciment qui les unit est tantôt siliceux, tantôt calcaireux ; il
» devient feldspathique en un point du territoire d'Aiglemont et
» la roche est alors une arkose véritable. » De Charleville aux
confins des Ardennes et de l'Aisne, les accidents stratigraphiques
sont encore plus marqués et la pétrographie du lias plus chan-
geante et plus variable. » Lorsqu'on va de Charleville à Signy-le-
» Petit, en suivant la limite méridionale du terrain ardoisier, on
» voit toutes les zones du lias inférieur venir tour à tour reposer
» sur ce terrain, franchissant les limites dans lesquelles les sédi-
» ments antérieurs avaient été formés et enfouissant ces dépôts
» sous leurs assises. La zone des *Ammonites angulatus*, celle des
» *Ammonites bisulcatus*, celle des *Belemnites brevis*, disparaissent
» ainsi les unes sous les autres. Quant à la zone à *Ammonites pla-*
» *norbis*, elle n'affleure pas dans cette région (1). » Ici donc
encore, comme au pourtour du plateau central, il y a eu un
affaissement lent et continu, compliqué d'oscillations locales dont
les effets n'ont cessé de se produire jusqu'à la fin de la période
liasique. Mais rien dans ces accidents, dans ces superpositions
transgressives, ne prouve plutôt l'isolement stratigraphique du
bone-bed avec la zone à *Ammonites planorbis*, que de celle-ci avec
les suivantes, puisque toutes enjambent également les unes par-
dessus les autres. On a cité, il est vrai, une discordance réelle entre
le *bone-bed* et le lias à Lavelange (Luxembourg) ; mais elle a en
quelque sorte sa contre-partie dans les Ardennes à Florenville et
aux environs de Sedan, où les schistes ardoisiers sont recouverts
par les grès de la zone à *Avicula contorta* associés à l'infra-lias
proprement dit. D'ailleurs, ces accidents sont tous isolés et très-
circonscrits. En définitive, pas plus dans cette région que dans
les autres parties de la France et pas plus que dans les diverses
contrées de l'Europe où ce groupe a été étudié, on ne cite de
ces redressements de couches accentués et suivis, annonçant
qu'une commotion cataclystique ait violemment jeté les mers
hors de leur lit, soit au commencement, soit à la fin du dépôt
des couches à *Avicula contorta*. Le seul mouvement géologique
de quelque importance qui ait affecté cette période est celui
auquel est dû l'affaissement du plateau central de la France
qui s'est produit après le dépôt des marnes irisées du keuper,
mouvement peu violent d'ailleurs, puisqu'il ne semble avoir
troublé nulle part le parallélisme qui existe entre les assises des
deux périodes sur tous les points où elles se trouvent en contact.

(1) Terquem et Piette, *loc. cit.*, p. 371.

Cependant, c'est de tous les accidents stratigraphiques qui ressortent de l'étude à laquelle nous venons de nous livrer le plus important de beaucoup, et par son étendue et par les rapports qu'il semble avoir avec l'affaissement correspondant du plateau paléozoïque des Ardennes, de la chaîne des Vosges et surtout avec celui des Karpathes, en Hongrie. En sorte que, s'il fallait attribuer à l'une quelconque des oscillations signalées à cette époque la valeur d'une discordance réelle, ce serait certainement à ce niveau inférieur qu'il faudrait la placer. Mais, il n'y a là, il faut l'avouer, rien de décisif, et nous devons confesser que la stratigraphie, comme la pétrographie, est impuissante à résoudre la question.

Il nous reste maintenant à examiner si la paléontologie ne nous fournira pas les moyens de trancher la difficulté.

III. — PALÉONTOLOGIE.

Nous voici arrivé à la partie le plus vivement controversée de la question. Y a-t-il, ou n'y a-t-il pas dans la zone à *Avicula contorta*, des espèces communes au keuper et d'autres au lias? Quoi qu'en aient pu dire nos honorables contradicteurs, cela ne nous paraît plus contestable. Cette parenté, d'ailleurs, est généralement admise aujourd'hui, et avec le lias, par les partisans les plus déclarés de l'association du groupe au keuper, et avec le trias, par les géologues qui le rattachent à la formation liasique. Aussi le litige ne porte-t-il plus désormais sur ce point, mais bien sur celui de savoir si cet horizon géognostique ne constituerait pas une période distincte à la fois de l'un et de l'autre des terrains qui s'en sont disputés jusqu'ici l'annexion. C'est ce que nous nous proposons d'examiner ci-après. Toutefois, avant d'aborder le débat à ce point de vue, il nous semble qu'il y a une question préjudicielle à résoudre.

En effet, si spéciale que puisse être cette faune, elle a nécessairement des affinités et avec celle qui la précède et avec celle qui la suit. Il s'agit donc tout d'abord de déterminer de quel côté est la prédominance de ces affinités. On a dit souvent que l'aspect général de cet ensemble organique était keupérien. MM. Oppel, Terquem, Piette, Levallois, etc., l'ont proclamé tour à tour, mais sans en faire la justification. MM. Winkler, Gümbel et de Dittmar sont du même avis et ont cru l'établir par les listes plus ou moins complètes qu'ils ont données des espèces recueillies à ce niveau stratigraphique, mais, en négligeant, comme ils l'ont

fait, les enseignements fournis par les caractères génériques, ces auteurs ont complètement faussé, à notre avis, le sens des conclusions qu'il y avait à en tirer. Quiconque s'est occupé de paléontologie sait ce qu'il faut de soins et de données précises pour arriver à des déterminations spécifiques exactes et à l'abri de toute contestation. Mais, dans le cas particulier surtout, la difficulté est extrême, à raison de l'état de conservation des fossiles, le plus souvent incomplets et sans traces des caractères organiques les plus essentiels. Il en résulte nécessairement, quelque précaution que l'on prenne, des assimilations fautives ou douteuses, et, conséquemment, des chances d'erreur chaque fois que l'on base exclusivement des conclusions sur des données aussi peu certaines. On nous a fait à nous-même cette objection et nous la comprenons; aussi, pour la prévenir, nous appuierons cette fois d'un autre ordre de considérations les notions spécifiques que nous possédons aujourd'hui sur la question. Nous croyons qu'un des plus sûrs moyens d'arriver à la vérité est de combiner l'élément générique avec les données spécifiques et de rechercher quelle est l'extension géologique aujourd'hui connue des genres cités dans les dépôts à *Avicula cœnerta*.

M. Renevier, dans le mémoire qu'il a publié sur cet horizon étudié par lui dans les Alpes vaudoises (1), a tiré très-bon parti de cette combinaison; aussi nous avons pensé que ce que nous avions de mieux à faire était de le suivre dans cette voie. Ce n'est pas que les déterminations génériques elles-mêmes échappent à toute chance d'erreur; bien au contraire, car il est souvent aussi difficile de reconnaître les caractères du genre que les limites de l'espèce. Cependant, en général, la difficulté n'existe qu'à un degré beaucoup moindre. D'ailleurs, c'est un moyen de contrôle de plus, et deux, en pareil cas, valent mieux qu'un. Nous avons, en outre, la chance d'arriver par là à des résultats concordants dans l'un et l'autre ordre de faits, et, si cela vient à se produire, ce sera un argument de plus en faveur de nos conclusions. Les limites d'extension géologique des genres aujourd'hui admises ne sont pas non plus invariables, nous le savons; elles suivent les progrès de la science, changent avec les découvertes nouvelles et seront sans doute profondément modifiées dans l'avenir; mais, dans les sciences d'observation, il est impossible de procéder autrement que du connu à l'inconnu. Nous admettrons donc

(1) *Notices géologiques et paléontologiques sur les Alpes vaudoises. Infra-lias.* (Bull. Soc. vaudoise des sc. natur., t. VIII, p. 39).

maintenant comme exacts les résultats consignés dans les traités de paléontologie les plus récents, tels que ceux de MM. Pictet et Bronn. Cependant nous les contrôlerons les uns par les autres et nous adopterons toujours ceux des résultats d'où ressortira pour chaque genre la plus grande extension géologique, lorsqu'il y aura divergence entre ces savants. Enfin, pour prévenir toute objection, nous ajouterons que, dans le tableau général des genres et des espèces propres à la zone, nous nous sommes efforcé de laisser aussi intacts que possible les déterminations génériques de MM. Gümbel et de Dittmar qui sont dans la question, comme on sait, d'un avis opposé au nôtre. Il s'est trouvé des cas cependant où nous n'avons pas pu donner notre adhésion à certaines appréciations de ces géologues, comme celle, par exemple, qui consiste à réunir sous un même nom les genres *Hybodus* et *Acrodus* (1), ou de classer parmi les Anodontes une coquille appelée *Pholadomye* par M. Levallois et *Venus* et *Tæniodon* par M. Credner. Nous avons cru devoir repousser également la dénomination de *Myacites* pour des coquilles bivalves se rapprochant beaucoup des *Panopées* par la forme et classées pour la plupart dans les *Pleuromyes* par M. Winkler. Le genre *Myacites* est d'ailleurs mal défini et ne peut être conservé dans la science. Nous aurions peut-être dû faire justice aussi de la dénomination de *Schizodus*, genre essentiellement paléozoïque, appliquée ici à une série de coquilles bivalves très-différentes de formes et classées par certains auteurs dans les genres *Venus*, *Tæniodon*, *Nucula*, *Myophorya*, *Axinus*, *Pholadomya* et *Pteromya*; mais, en l'absence d'une caractéristique pour chacune d'elles, nous les avons provisoirement maintenues sous ce nom.

A part ces rectifications et quelques autres encore, soit dans la synonymie des espèces, soit dans le classement zoologique, et sauf aussi les additions relatives aux travaux parus depuis le mémoire de M. de Dittmar, c'est à ce géologue que revient le mérite et l'honneur d'avoir réuni et discuté les éléments qui ont servi à la reconstitution de cette faune splendide. Nous n'avons guère fait que la reproduire en l'augmentant un peu et en adoptant, en grande partie, sa synonymie qui, sauf exception, nous a paru parfaitement comprise. Nous avons notamment admis sans réserve la critique que cet auteur a faite des nombreuses espèces nouvelles sommairement décrites par M. Gümbel (2) en 1861 et non figu-

(1) De Dittmar, *Contorta-Zone*, etc., p. 129 et 130.

(2) *Obere Abtheilung des Keupers der Alpen*, 1861.

rées jusqu'ici. Il était naturel en effet de penser, qu'ayant eu les originaux à sa disposition, ce géologue était à même, autant que qui que ce fût, d'en donner une bonne synonymie. Nous manquions d'ailleurs des premiers éléments pour le faire nous-même. Cela entendu, il nous reste à examiner quelle est l'extension aujourd'hui connue des 149 genres auxquels appartiennent les 535 espèces dont se compose notre faune et en faisant abstraction pour un instant de la flore dont il sera question tout à l'heure. En procédant à cette recherche, nous trouvons que 12 de ces genres seulement, comprenant 37 espèces, appartiennent aux étages paléozoïques et triasiques et font leur dernière apparition dans la zone; que 47 autres, comprenant 71 espèces, y surgissent pour la première fois et se propagent ensuite en grand nombre dans la série jurassique; que quelques-uns sont spéciaux à cet horizon, et que le reste est commun aux étages inférieurs et supérieurs.

Les genres paléozoïques et triasiques faisant leur dernière apparition dans la zone sont :

Désignation des genres.	Nombre d'espèces.	Désignation des genres.	Nombre d'espèces.
1. <i>Termatosaurus</i> . . .	2	<i>Report</i> . . .	14
2. <i>Belodon</i>	1	8. <i>Schizodus</i>	12
3. <i>Saurichthys</i>	7	9. <i>Megalodon</i>	1
4. <i>Amblypterus</i>	1	10. <i>Myophoria</i>	3
5. <i>Colobodus</i>	1	11. <i>Spirifer</i>	5
6. <i>Placodus</i>	1	12. <i>Spirigera</i>	2
7. <i>Palæobates</i>	1		
A reporter. . . 14		Total. . . 37	

Les genres faisant leur première apparition dans la zone à *Avicula contorta* et se propageant ensuite dans la série jurassique sont :

Désignation des genres.	Nombre d'espèces.	Désignation des genres.	Nombre d'espèces.
1. <i>Megalosaurus</i> . . .	1	<i>Report</i> . . .	9
2. <i>Pterodactylus</i> . . .	1	9. <i>Squaloraja</i>	1
3. <i>Ichthyosaurus</i> . . .	1	10. <i>Belotheutis</i>	1
4. <i>Plesiosaurus</i>	1	11. <i>Crioceras</i>	5
5. <i>Lepidotus</i>	2	12. <i>Rissoa</i>	1
6. <i>Dapedius</i>	1	13. <i>Acteonella</i>	1
7. <i>Leptolepis</i>	1	14. <i>Ditremaria</i>	1
8. <i>Sphenodus</i>	1	15. <i>Spinigera</i>	1
A reporter. . . 9		A reporter. . . 20	

Désignation des genres.	Nombre d'espèces.	Désignation des genres.	Nombre d'espèces.
<i>Report.</i>	20	<i>Report.</i>	47
16. <i>Alaria</i>	4	32. <i>Glyphæa</i>	4
17. <i>Pholadomya</i> (pro- prement dite). . . .	4	33. <i>Membranipora</i> . . .	4
18. <i>Gastrochena</i>	4	34. <i>Diastopora</i>	4
19. <i>Saxicava</i>	1	35. <i>Defranceia</i>	4
20. <i>Cytherea</i>	1	36. <i>Turbinolia</i>	4
21. <i>Cyclas</i>	1	37. <i>Trochocyathus</i> . . .	4
22. <i>Opis</i>	2	38. <i>Thecocyathus</i>	4
23. <i>Tancredia</i>	2	39. <i>Rhabdophyllia</i> . . .	5
24. <i>Lithophagus</i>	1	40. <i>Thecosmilia</i>	3
25. <i>Anomia</i>	4	41. <i>Stylina</i>	3
26. <i>Spiriferina</i>	1	42. <i>Chenendopora</i> . . .	4
27. <i>Hypodiadema</i>	4	43. <i>Jerea</i>	1
28. <i>Terebella</i>	1	44. <i>Guettardia</i>	1
29. <i>Limulus</i>	1	45. <i>Marginulina</i>	4
30. <i>Pollicipes</i>	4	46. <i>Cristellaria</i>	1
31. <i>Estheria</i>	4	47. <i>Globulina</i>	4
<i>A reporter.</i>	47	<i>Total.</i>	71

A la seule inspection de ces listes, et en ne tenant compte que du nombre, la balance, on le voit, penche très-fortement du côté de la formation jurassique. Mais cette supériorité devient bien plus saisissante encore, si l'on décompose ces résultats pour les opposer partiellement les uns aux autres. Ainsi, parmi les reptiles sauriens, apparaissent 4 des types le plus éminemment caractéristiques du lias, les Mégalosaures, les Ptérodactyles, les Ichthyosaures et les Plésiosaures, tandis que deux genres triasiques seulement dépassent les limites supérieures du keuper, les Termatosaures et les Belodon.

Parmi les poissons, il est vrai, la proportion est mieux maintenue ; car les genres *Saurichthys*, *Amblypterus*, *Colobodus*, *Placodus* et *Palæobates*, tous triasiques, font à peu près contre-poids aux genres *Lepidotus*, *Dapedius*, *Leptolepis*, *Sphenodus* et *Squaloraja* qui se développent dans le lias et les terrains plus récents. Cependant, si l'on se rappelle que nous avons recueilli à Mémont et à Rémyilly (Côte-d'Or) des dents et des écailles de *Saurichthys* et d'*Amblypterus*, dans la zone à *Ammonites angulatus* et que des débris de même genre ont été trouvés dans les mêmes conditions par M. Oppel aux environs de Bamberg (Bavière), on verra que pour cette classe d'animaux la prédominance reste encore acquise au lias. Mais, s'il est un point de la série organique où cette prédomi-

nance soit nettement marquée, c'est pour les mollusques céphalopodes parmi lesquels nous voyons surgir le genre *Belotheutis*, si essentiellement liasique, les *Crioceras* que l'on était loin de s'attendre à rencontrer à un niveau aussi inférieur, et surtout ces Ammonites, dont plusieurs sont si semblables à celles de l'infra-lias proprement dit, qu'on a commencé d'abord par les confondre avec elles et que ce n'est que sur des différences reconnues dans la forme des cloisons seulement qu'elles en ont été séparées ensuite, triple apparition d'autant plus remarquable et probante que les céphalopodes les plus caractéristiques du trias, les Cératites, ont disparu sans retour.

Pour les gastéropodes, la transition ascendante n'est pas moins prononcée, car, tandis que pas un des genres spéciaux au keuper ne pénètre dans la zone, cinq des genres les plus communs de la formation jurassique s'y montrent pour la première fois.

Parmi les acéphales, neuf genres inconnus dans les terrains inférieurs, contre trois genres triasiques venant s'éteindre à ce niveau, témoignent également que les dépôts dans lesquels ils se trouvent enfouis font partie d'une ère nouvelle, l'ère jurassique. En effet, les Pholadomyes, qui n'ont eu de représentants jusque là que dans le groupe paléozoïque des *Allorisma*, s'y présentent sous des formes qui vont devenir très-communes dans les étages supérieurs. Les Tancrédies, genre liasique par excellence, viennent de naître avec les Anomies et les *Placunopsis*. Les Cyprines, les *Corbis* et les Anatines, qui ne comptaient que de rares espèces dans les terrains anciens et pas une dans le trias, réapparaissent nombreuses et variées de forme, les Anatines surtout.

Seuls, les brachiopodes, dont le règne va désormais en périssant, suivent une marche inverse et présentent moins de genres nouveaux que de genres qui s'éteignent. Cela est conséquent et devait en effet se produire. Aussi, pour deux types paléozoïques qui viennent inutilement lutter contre leur destin dans ces assises, un seul nouveau s'y produit ; mais il est très-significatif, car c'est le genre *Spiriferina* que l'on retrouve en si grande abondance à la base du lias.

Dans les autres classes, la proportion se rétablit partout et d'une manière très-remarquable en faveur de la période juras-

Les Échinides, les Annélides et les Crustacés recrutent de nouveaux représentants génériques sans qu'aucun de ceux qui s'éteignent avec le trias aient franchi la limite inférieure de la zone à *Avicula contorta*. Les Bryozoaires gagnent de même trois genres

jurassiques nouveaux, les Zoophytes 6, les Amorphozoaires 3 et pas un des types triasiques ne disparaît à ce niveau.

Enfin, parmi les foraminifères, les genres *Marginulina*, *Cristellaria* et *Globulina*, abondamment répandus dans le lias, viennent se joindre aux rares représentants que possèdent jusque-là ces animaux microscopiques.

Il aurait été fort intéressant aussi de savoir si la flore de cette époque a participé de son côté à ce même mouvement de régénération ; malheureusement nos ressources bibliographiques ne nous ont permis de la reconstituer que très-imparfaitement et nous n'avons que peu d'éléments à ajouter à la liste assez incomplète de M. de Dittmar. Cependant, telle que nous la présentons, deux des genres cités apparaissent pour la première fois à ce niveau : ce sont les genres *Aerostichites* et *Camptopteris*, et trois viennent de s'éteindre : les genres *Palæoxyris*, *Asterocarpus* et *Preissleria*.

En résumé, la série organique, à tous les degrés, s'enrichit à ce moment de genres nouveaux que l'on voit se propager bientôt dans les terrains jurassiques, et dans toutes les classes, à l'exception de celle des Brachiopodes, ces genres l'emportent numériquement, et souvent de beaucoup, sur ceux du trias qui s'éteignent à ce niveau. Les listes qui précèdent établissent en effet que sur l'ensemble les rapports entre ces données existent à peu près dans la proportion de 4 à 1 (47 contre 12). Cela acquis et la preuve se trouvant ainsi faite, qu'au point de vue des affinités génériques la zone litigieuse se rattache au jura par des liens de parenté beaucoup plus étroits que ceux qu'elle conserve avec le trias, voyons maintenant si ces mêmes rapports se maintiendront en considérant la faune et la flore par le côté spécifique. Pour cela, nous allons procéder comme nous l'avons déjà fait pour les genres, en détachant de la faune générale, d'une part, les espèces communes au keuper, et, de l'autre, celles qui le sont au lias. Mais ici il va se produire un fait au sujet duquel nous avons besoin tout d'abord d'entrer dans quelques explications, afin de prévenir les objections qui ne manqueraient pas de nous être faites. Parmi les espèces que nous allons avoir à citer comme étant communes au lias, il en figure un certain nombre, une quinzaine environ, qui appartiennent au liasien et au toarcien. Il en est même trois dans notre liste qui n'avaient été signalées jusqu'ici que dans le bajocien. De pareils faits sont-ils admissibles ? C'est peu probable ; et cependant nous avons été obligé de les maintenir à raison de l'impossibilité où nous nous sommes trouvé d'en démontrer l'inexactitude. En effet, M. Schafhaeutl, auquel on doit une grande partie des dé-

terminations de ces espèces, les a figurées pour la plupart, et ses figures accusent parfaitement les formes des types auxquels il les rapporte. M. Stoppani, de son côté, a illustré les autres et nous ne saurions, à l'aide de ses planches seulement, dire s'il est ou non dans l'erreur. En ce qui concerne ce dernier auteur, nous avons observé quelque chose de plus remarquable encore : c'est que le *Cerithium Hemes* qu'il cite à ce niveau a été déterminé par Alc. d'Orbigny lui-même et que l'éminent paléontologiste n'a été amené à classer ce fossile dans son étage toarcien, que parce qu'il était accompagné des *Nucula Hammeri*, *N. claviformis*, *Cardium uniforme* et autres espèces du lias supérieur, que de Collegno, qui les lui avait adressées, disait provenir toutes des schistes noirs de Guggiate (1). Il y aurait donc ici plutôt à craindre des méprises dans la délimitation de la zone, que des erreurs dans la détermination des espèces, et nous ne serions pas étonné, par suite, que des éléments étrangers eussent ainsi été introduits dans la faune de l'horizon qui nous occupe. Mais si des erreurs de cette nature sont à redouter pour les couches Lombardes, elles le sont plus particulièrement encore pour les dépôts Alpins, où les limites de ce groupe paléontologique sont loin d'être toujours déterminées d'une manière satisfaisante. En effet, sous le nom de couches de Koessen et de Dachsteinkalk, les géologues allemands désignent parfois des dépôts d'âges très-différents et dont certaines parties sont complètement étrangères à la zone à *Avicula contorta*. Dans l'acception la plus restreinte du mot, et tels que M. Gümbel les a considérés dans son dernier mémoire (2), le Koessener-Schichten et le Dachsteinkalk paraissent être, il est vrai, l'équivalent de cette zone ; mais il n'en est pas ainsi pour les géologues autrichiens qui comprennent sous cette dernière dénomination toute la masse des dolomies keupériennes au-dessus des couches d'Hallstadt, dont les couches de Raibl, d'Esino et de Koessen forment des intercalations marneuses et fossilifères. D'un autre côté, les assises de ce Dachsteinkalk ne sont pas toujours distinctes du calcaire ammonitique rougeâtre qui les recouvre et la limite qui les en sépare est souvent assez difficile à tracer. Il est à remarquer d'ailleurs que les zones à *Ammonites planorbis* et à *Ammonites angulatus* n'ont été jusqu'ici que très-rarement reconnues dans la chaîne des Alpes et qu'il n'est pas du tout établi qu'elles y présentent toujours des

(1) Voyez Omboni, *Série des terrains secondaires de Lombardie* (Bull. Soc. géol. de France, 2^e sér., t. XII, p. 525).

(2) *Obere Abtheilung des Keupers der Alpen*, 1864.

faunes aussi spéciales que dans les autres contrées. On conçoit donc que dans de pareilles conditions il ait pu se glisser dans les listes dressées par les auteurs quelques espèces étrangères à la zone ; mais il pourrait se faire aussi que ceux de ces fossiles que nous considérons comme les plus douteux, à raison de leurs limites ordinaires de propagation, ne se trouvassent à ce niveau que par suite d'un de ces mélanges si souvent cités dans les régions Alpines, où les espèces du lias inférieur, du lias moyen et du lias supérieur se trouvent quelquefois associées dans un même bloc ou dans des couches contiguës d'une très-faible épaisseur. Dans le doute qui subsiste à cet égard, il nous a semblé qu'il convenait d'admettre ces espèces au même titre que les autres, et cela, avec d'autant plus de raison, que quelques-uns des fossiles réputés triasiques qui les accompagnent ne sont pas eux-mêmes à l'abri de toute contestation. Ainsi les *Nautilus mesodicus*, *Ammonites alterniplicatus* et *Turritella bipunctata*, indiqués à ce niveau, sont douteux pour M. Gümbel lui-même, et M. de Dittmar pense que le *Cidaris* désigné ci-après sous le nom de *decorata*, présente des différences assez sensibles avec l'espèce du St-Cassian.

Ces réserves faites, et notre faune comprenant dans son sein les éléments dont il vient d'être question (1), si nous recherchons quelles sont celles des espèces qui la composent qui sont communes au keuper ou au lias, nous arrivons au chiffre de 16 seulement pour le premier de ces étages et à celui de 58 pour le second, ainsi que cela ressort des tableaux ci-après :

*Liste des espèces communes à la zone à Avicula contorta
et au trias.*

1. *Saurichthys acuminatus*, Agass. D'après MM. Oppel, Gümbel, Dawkins, etc.
2. *Amblypterus decipiens*, Giebel. D'après M. de Dittmar.
3. *Placodus Adriani*, Münster. D'après MM. Gümbel et de Dittmar.
4. *Sargodon tomicus*, Plien. D'après MM. de Dittmar, Dawkins, etc.
5. ? *Nautilus mesodicus*, Quenst. Douteux pour MM. Gümbel et de Dittmar.

(1) Nous ferons remarquer aussi que nous avons laissé en dehors les espèces propres au *lias blanc* anglais, bien que quelques auteurs soient aujourd'hui d'avis de réunir ces dépôts à ceux de la zone à *Avicula contorta*.

6. ? *Ammonites alterniplicatus*, Hauer. M. Gümbel pense que ce pourrait bien être plutôt une espèce très-voisine.
7. ? *Turritella bipunctata*, Münster. Indiquée avec doute par M. Gümbel.
8. — *keuperina*, Dittmar. D'après MM. Gümbel et de Dittmar.
9. *Fusus Orbignyanus*, Münster. Du Saint - Cassian, d'après M. Gümbel.
10. *Arca impressa*, Münster. Id.
11. *Megalodon triqueter*, Wulf. sp. D'après M. Gümbel.
12. *Avicula gryphæata*, Münster. Du Saint - Cassian, d'après M. Gümbel.
13. — *planidorsata*, Münst. Id.
14. *Pecten filiosus*, Hauer. Des couches de Raibl, d'après M. Gümbel.
15. *Perna aviculæformis*, Emmer. Id.
16. ? *Cidaris decorata*, Münster. Cité avec doute par M. de Dittmar.

*Liste des espèces communes à la zone à Avicula contorta
et à la formation liasique.*

1. *Saurichthys acuminatus*, Ag. Dents recueillies par nous dans la zone à *Ammonites angulatus*, à Mémont (Côte-d'Or).
2. *Dapedius spec.* Dents recueillies comme les précédentes.
3. *Sargodon tomicus*, Plien. Dents recueillies par nous dans la zone à *Ammonites planorbis*, à Remilly, et dans celle à *A. angulatus*, à Mémont.
4. *Hybodus minor*, Ag. Même observation.
5. — *sublævis*, Ag. Dents recueillies dans la zone à *Ammonites angulatus*, à Mémont.
6. *Acrodus minimus*, Agass. Id.
7. ? *Ceratodus cloacinus*, Quenst. Id.
8. *Amblypterus decipiens*, Giebel. Id.
9. *Turbo anchurus*, Münster. D'après M. Schafhaeuti.
10. — ? *duplicatus*, Sow. Id.
11. *Trochus biarmatus*, Münster. Id.
12. — *glaber*, Kock. Id.
13. — *subsulcatus*, Münster. Id.
14. *Pleurotomaria polita*, Sow. Id.
15. — *precatoria*, Deslong. Id.
16. — *tuberculato-costata*, Münst. Id.
17. — *principalis*, Münst. Id.
18. — *subfasciata*, d'Orb. Id.
19. *Cerithium Hemes*, d'Orb. D'après M. Stoppani.
20. — *Semele*, d'Orb. D'après nous, à Reffey, Remilly, etc. (Côte-d'Or).
21. — *subnudum*, Mart. Id.
22. — ? *Henrici*, Mart. *Chemnitzia Henrici*, d'après MM. Moore et Dawkins, Beer, Crowcombe et Watchet (Somerset).

23. *Panopœa rugosa*, Dunker. D'après nous. Remilly (Côte-d'Or).
24. *Pullastra elongata*, Moore, sp. (*Axinus*). *Cypricardia porrecta*, Dumortier.
25. *Leda Heberti*, Mart. (*L. Titei*, Moore). Beer, Crawcombe (Somerset). Remilly (Côte-d'Or).
- 25 bis. *Cypricardia marcigniana*, Mart. Dans les couches à Cardines de la Manche, d'après M. Deslongchamps (Côte-d'Or).
26. *Cardium Philippianum*, Dunk. D'après M. Stoppani et d'après nous. *C. rhœticum* pour M. Dawkins, Watchet, Remilly, etc.
27. — *cucullatum*, Goldf. D'après M. Stoppani.
28. *Nucula subovalis*, Goldf. Id.
29. — *Haussmanni*, Rømer. Id.
30. *Modiola minima*, Sow. D'après MM. Wright, Moore et Dawkins.
31. *Mytilus minutus*, Goldf. Zone à *Ammonites planorbis*, d'après M. Eug. Deslongchamps et nous.
32. *Lima punctata*, Sow. D'après M. Stoppani.
33. — *compressa*, Tqm. D'après nous.
34. *Gervillia spec.* D'après nous est la même que celle des lumachelles à *Ammonites planorbis* de la Côte-d'Or.
35. *Pecten valoniensis*, d'après MM. Wright, Moore, Dumortier et nous.
36. — *Hehlîi*, d'Orb. D'après nous, Côte-d'Or.
37. *Plicatula intusstriata*, Emmr. D'après MM. Dumortier, Dawkins et nous.
38. *Ostrea Haidingeriana*, Emmr. Montigny-sur-Armançon (Côte-d'Or).
39. — *anomala*, Tqm. D'après nous, *O. koessenensis*, Winkler.
40. — *liasica*, Strick. D'après M. Wright. Espèce réellement distincte de la suivante.
41. — *irregularis*, Münster. D'après nous. (Ruffey, Côte-d'Or.)
42. *Anomia pellucida*, Tqm. *A. alpina*, Winkl. D'après nous.
43. — *irregularis*, Tqm. *A. Favrii*, Stopp. D'après nous.
44. *Rhynchonella subrimosa*, Schafh.
45. — *scalpellum*, Quenst. D'après M. Schafhaeutl.
46. — *plicatissima*, Quenst. D'après M. Gumbel.
47. — *obsoleta*, Dav. D'après M. Schafhaeutl.
48. — *bidens*, Phill. Id.
49. — *quadriplicata*, Ziet. Id.
50. — *cornigera*, Schafh. Id.
51. *Spirifer verrucosus lævigatus*, Quenst. Id.
52. *Terebratula cornuta*, *scalprata*, Quenst. Id.
53. *Asteria lumbricalis*, Schloth. D'après M. Quenstedt, etc
54. *Thecocyathus mactra*, Goldf. D'après M. Schafhaeutl.
55. *Serpula strangulata*, Terq. D'après nous.
56. *Terebella? liasina*, Tqm. D'après nous.

57. *Cypris liasica*, Brodie. Dans le calcaire à Gryphées d'après M. Terquem.

Ainsi, 58 espèces contre 16 témoignent en faveur du lias et attestent encore que le groupe du *bone-bed* se relie à la grande famille jurassique par une étroite parenté. La flore elle-même, si incomplète qu'elle soit, se prononce dans le même sens et ajoute son témoignage à celui de la faune. En effet, sur les 50 espèces de plantes indiquées à ce niveau, 5 ont été rencontrées dans le lias, soit en France, soit en Allemagne; ce sont: les *Odontopteris cycadea*, *Tæniopteris vittata*, *Clathropteris meniscioides*, *Nilssonia elongata* et *Pterophyllum maximum*. Toutes les cinq, d'après M. Germar (1), appartiennent aussi aux dépôts infra-liasiques d'Halberstadt (zone à *A. angulatus*). Nous avons vu d'ailleurs l'*Odontopteris cycadea* et le *Clathropteris meniscioides*, cités par M. Terquem dans l'assise la plus supérieure du grès de Hettange (2) et par M. Pomel jusque dans le calcaire à Gryphées (3).

Voilà donc, en définitive, 50 genres et 63 espèces animales et végétales qui rattachent cet horizon paléontologique aux terrains du Jura, alors que ses rapports avec le trias sont près de quatre fois moins nombreux. C'est plus qu'il n'en faut, à notre avis, pour déterminer le classement de ce groupe dans la première de ces périodes et pour le proclamer définitivement *membre de la série jurassique*. Ce premier point établi, voyons maintenant quel rang il convient d'assigner à ces dépôts à la base de la formation. Constituent-ils une période distincte et autonome, ou bien une simple zone paléontologique dépendant du lias? La réponse à cette question ne saurait maintenant être douteuse. L'ensemble organique qui vient de surgir à ce niveau est trop important, trop spécial, pour ne pas caractériser une époque distincte. Tant que nous n'avons connu dans ces dépôts que des faunules locales que leurs affinités rapprochaient plus ou moins du lias, nous avons bien pu les considérer comme une dépendance accessoire de cette période géologique; mais il ne saurait en être de même aujourd'hui en présence d'une série organique comprenant 535 espèces et alors qu'une soixantaine d'entre elles, tout au plus, franchissent les limites de cet horizon pour passer dans les zones supérieures. L'association de ce groupe à l'infra-lias proprement dit nous semblerait d'autant

(1) Dunker, *Paleontologica*, vol. I^{er}.

(2) *Paléont. du Luxemb.*, p. 117 et 118.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., vol. III, p. 652.

moins possible à justifier maintenant, que la limite qui sépare ces deux zones, au double point de vue pétrographique et paléontologique, est bien plus nettement marquée qu'entre la zone à *Ammonites angulatus* et le calcaire à Gryphées. Il y a là une intermittence, une espèce de solution de continuité dans les manifestations biologiques qui est pour nous la preuve de l'indépendance des deux horizons. Ainsi, tous les géologues engagés dans le débat avaient tort (1) et tous avaient raison. Les dépôts de la zone à *Avicula contorta* constituent bien un étage ; mais cet étage est essentiellement jurassique. C'est donc une nouvelle période de vie à ajouter aux périodes si diverses dont se compose le terrain du lias. L'apparition dans ces couches inférieures des reptiles Sauriens et des poissons les plus caractéristiques de cette formation, des genres *Belotheutis*, *Tancredia*, *Anomia*, *Placunopsis*, *Spiriferina*, enfin de toutes ces formes génériques nouvelles, précédemment indiquées, parmi les crustacés, les Annélides, les Bryozoaires, les Zoophytes et les Foraminifères, en est pour nous une preuve irrécusable. Le premier, en 1861, M. Gümbel a proclamé l'autonomie de ce groupe paléontologique, en le donnant comme le dernier terme du trias et a proposé pour le désigner le nom d'étage rhétien (*rhætische Gruppe*). Depuis, divers géologues, au nombre desquels nous citerons MM. Moore, Renevier et Dawkins, ont adopté cette dénomination. Nous croyons comme eux qu'il convient de l'admettre, mais en considérant désormais le terrain qu'elle représente comme le membre le plus inférieur de la série jurassique.

CONCLUSIONS.

Les faits que nous avons analysés dans le cours de ce travail et les conclusions qui en découlent peuvent se résumer de la manière suivante :

1° Les dépôts compris entre le keuper et la zone à *Ammonites planorbis*, généralement gréseux ou arénacés en France, en Belgique et dans tout le nord-ouest de l'Allemagne, sont le plus souvent marno-calcaires ou schisteux en Angleterre, en Italie et dans la plupart des régions alpines.

2° La constitution pétrographique de ce groupe, subordonnée

(1) Sauf peut-être M. Renevier, bien que ce géologue ne soit affirmatif qu'en ce qui concerne la région très-peu étendue qu'il a étudiée.

à la nature des dépôts sous-jacents, est toujours gréseuse ou arénacée lorsqu'il se trouve au contact des roches de cristallisation, et marneuse et calcaire quand des sédiments d'origine vaseuse lui servent d'appui.

3° La transition minéralogique fréquemment ménagée entre les assises de cette zone et celles des étages voisins n'est pas moins complète du côté de l'infra-lias que de celui du keuper.

4° Sauf exception, les dépôts de cet horizon géologique sont en concordance et avec le trias et avec le lias.

5° Les accidents stratigraphiques les plus importants sont : en Hongrie l'affaissement des Karpathes, et en France celui de l'Ardenne, de la chaîne des Vosges et du plateau central.

6° Ces affaissements ont été lents, progressifs et se sont opérés sans secousse, car nulle part, hormis à Lœvelange (Luxembourg), ils n'ont affecté le parallélisme des assises de la zone avec celles du keuper, là où elles sont restées en contact.

7° Ce mouvement géologique a commencé à se produire avant le dépôt des marnes irisées et semble s'être prolongé sans interruption longtemps après la période liasique (1). Il n'est donc pas spécial à la zone à *Avicula contorta*.

8° Aucun accident stratigraphique de cette valeur, à beaucoup près, ne s'est produit à la partie supérieure du groupe, bien que des phénomènes de stratification transgressive aient été fréquemment signalés entre ces dépôts et ceux de l'infra-lias proprement dit.

9° La faune qui surgit à ce niveau géologique a des rapports et avec la faune triasique qui vient de s'éteindre et avec celle du lias qui va bientôt apparaître, mais il y a une prédominance d'affinités très-marquée de ce dernier côté.

10° Cet ensemble organique, cependant, a un cachet tout particulier, qui ne permet de le confondre ni avec l'une, ni avec l'autre des périodes auxquelles il sert en quelque sorte de trait d'union.

11° Le temps d'arrêt qui se produit dans les manifestations biologiques après le dépôt des marnes irisées d'une part, et à la fin de la zone à *Avicula contorta* de l'autre, fait de ce groupe une période distincte et qui a toute la valeur d'un étage.

12° Cet étage, assez bien délimité aujourd'hui du côté du keuper,

(1) M. Hébert a établi que cet affaissement a commencé avec le trias et s'est continué progressivement jusqu'à la grande oolithe inclusivement (*Les mers anciennes et leurs rivages*, etc. 1857).

ne l'est pas toujours également du côté des dépôts supérieurs. En Angleterre, le lias blanc (*white lias*), détaché de cet horizon par certains auteurs, y est rattaché par d'autres et paraît former une sorte de transition minéralogique entre ce groupe et le lias. Dans les régions alpines, d'un autre côté, cette limite supérieure est rarement déterminée et il y a lieu de craindre que la zone à *A. planorbis* y ait été quelquefois confondue.

13° Cette période géologique, dont le plus beau développement stratigraphique et paléontologique se trouve dans les Alpes rhétiques, a reçu et mérite de conserver le nom d'étage rhétien.

14° L'étage rhétien a les plus grandes analogies paléontologiques avec le lias, dont il contient comme genres les types organiques les plus caractéristiques.

15° Il est conséquemment le premier terme de la série jurassique.

M. d'Archiac présente la note suivante de M. Garrigou :

Étude comparative des alluvions quaternaires anciennes et des cavernes à ossements des Pyrénées, au point de vue géologique, paléontologique et anthropologique ; par le docteur F. Garrigou (de Tarascon [Ariège]).

Toutes les cavernes sont loin de contenir les mêmes espèces animales, et l'expérience m'a montré, comme je l'ai annoncé pour la première fois avec M. Louis Martin au mois d'avril 1864, que, suivant le niveau d'une grotte par rapport au fond d'une vallée (pour les Pyrénées), on pouvait d'avance prévoir la faune qu'elle renfermait. Je vais prouver que l'opinion émise dans la note sur la grotte d'Espalungue (Basses-Pyrénées) est confirmée par les découvertes récentes.

Les grottes dont la faune est composée en entier ou en partie par l'*Ursus spelæus*, le *Felis spelæa*, l'*Hyena spelæa*, le *Rhinoceros tichorhinus*, l'*Elephas primigenius*, etc., etc., occupent généralement des points assez élevés au-dessus du fond des vallées, dans les massifs calcaires des Pyrénées. Ainsi dans le département de l'Ariège la caverne de Loubens est à plus de 200 mètres au-dessus de l'Ariège à Crampagna ; la caverne de Lherm à 200 mètres au moins au-dessus du cours de l'Ariège à Foix ; la caverne de Bonichéta à 230 mètres à peu près au-dessus des vallées de Saurat et de Tarascon ; la grotte des Enchantées à la même hauteur au-dessus du ruisseau de la Gourbière ; la grotte supérieure de Mas-

sat à 170 mètres au-dessus de l'Arac; celle d'Aubert, dans le Castillonais, à 240 mètres au-dessus du village du même nom; plusieurs autres cavernes de l'Ariège et la Haute-Garonne contenant aussi les ossements du grand Ours des cavernes atteignent une altitude de 200 mètres environ au-dessus du fond des vallées. A Bagnères-de-Bigorre, certaines cavernes, décrites par M. Philippe, contiennent spécialement les restes des animaux qui accompagnent toujours l'*Ursus spelæus*. Enfin, la grotte d'Aurignac, célèbre tant à cause du savant illustre qui l'a décrite qu'à cause de la faune quaternaire ancienne qu'elle renfermait, est située très-haut, 150 mètres au moins, au-dessus des cours d'eau voisins.

Les grottes du fond des vallées ne renferment pas les grands mammifères éteints des cavernes des hauteurs. Le Renne (*Cervus tarandus*) est le mammifère caractéristique. Telles sont, la caverne de Bize, près de Narbonne; dans l'Ariège, la grotte inférieure de Massat, celle du Maz-d'Azil, probablement celle de Montesquieu Avantès; dans les Hautes et dans les Basses-Pyrénées, celles de Lourdes et d'Espalungue, etc.

On trouve aussi vers le fond des vallées des cavernes dans lesquelles existent en abondance les restes d'animaux soumis à la domesticité. Ces cavernes, nous avons été les premiers à les découvrir dans les Pyrénées et à les étudier avec M. Henri Filhol. Ainsi les cavernes de Bédeilhac, de Sabart, de Niaux, d'Alliat, d'Ussat, de Lombrive, de Fontanet, etc., etc., dans la vallée de l'Ariège, appartenant toutes, quant à leur remplissage, à l'âge de la pierre polie, ou époque anté-historique. De même, dans l'Aude et dans le Gard, les grottes du Pontil et de Mialet ont offert à M. Paul Gervais les restes de cette même époque post-diluvienne.

Une seule grotte peut quelquefois contenir les diverses faunes que je viens de signaler, mais alors la plus ancienne, celle de l'Ours, gît dans les sédiments inférieurs, tandis que les sédiments supérieurs renferment les faunes relativement récentes. Ainsi :

Les cavernes d'Aurensau, près de Bagnères-de-Bigorre, contenaient dans des couches argilo-calcaires ferrugineuses le grand Chat des cavernes, l'*Elephas primigenius*, le *Rhinoceros tichorhinus*, etc., etc.; au-dessus était une couche meuble, sèche, avec les restes d'animaux vivant actuellement dans le pays.

A l'entrée de la grotte supérieure de Massat, dans les couches les plus profondes, gisaient l'Ours, le grand Chat, l'Hyène des cavernes, etc. Les couches superficielles renfermaient, comme je viens de le constater récemment, des débris que j'ai pu rapporter

à l'âge de la pierre polie. On y a aussi trouvé des objets en métal, de date relativement récente.

A la grotte du Maz-d'Azil, dans les dépôts les plus anciens et les plus profonds, sont abondamment répandus le grand Ours, le grand Chat, l'Hyène des cavernes, l'Éléphant, le Rhinocéros, etc. Au-dessus de ce dépôt fossilifère, composé par une sorte de loess argilo-calcaire, en existe un second, complètement différent, avec sable et cailloux roulés, dans lequel on trouve les restes du Renne, du Cheval, du Mouton, du Bœuf, etc., à l'exclusion des animaux des couches sous-jacentes. Des débris d'animaux, appartenant incontestablement à une époque plus récente encore, aux temps anté-historiques, surmontaient les couches à ossements de Renne, de Cheval, etc., et n'étaient nullement mélangés aux restes de ces derniers mammifères.

Dans la grotte de Pontil, M. Paul Gervais a trouvé dans les couches profondes l'*Ursus spelæus*, le *Bos primigenius*, le *Rhinoceros tichorhinus*, etc.; à la superficie existait dans son plein développement l'âge de la pierre polie.

Si, d'un côté, nous étudions la faune des grottes supérieures des vallées pyrénéennes, nous voyons qu'elle est principalement constituée par les espèces suivantes : *Ursus spelæus*, *U. priscus*, *Felis spelæus*, *Felis*, deux tiers plus petit, *Hyena spelæa*, Hyène encore indéterminée, *Rhinoceros tichorhinus*, *Elephas primigenius*, *Megaceros hibernicus*, *Cervus elaphus*, *Bos primigenius*, *Bison europæus*, quelquefois *Cervus tarandus* (Renne), etc.

Si, d'un autre côté, nous examinons au point de vue de leur faune les alluvions quaternaires anciennes des vallées pyrénéennes, nous voyons qu'elles contiennent les mêmes espèces que les grottes supérieures des vallées, moins cependant le *Felis* plus petit que le *spelæus*, et la seconde espèce d'Hyène que j'ai citée déjà en 1862 et que le docteur Falconer a constatée aussi en 1864, espèces que des recherches nouvelles feront sans doute découvrir dans ces alluvions anciennes. Ainsi l'ont prouvé les études faites par MM. Leymerie, Noulet, etc., sur les vallées de l'Adour, de la Baize, du Gers, de la Garonne, du Tarn, du Salat (1), de l'Ariège, de l'Aude.

(1) Il y a quelques semaines à peine j'ai étudié la faune de la vallée du Salat; je l'ai trouvée composée par les espèces suivantes : *Ursus spelæus*, *Felis spelæa*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Elephas primigenius*, *Equus adamiticus*, *Equus* indéterminé, *Megaceros hibernicus*?, *Bison europeus*, *Cervus tarandus* (Renne) (très-rare), Castor (deux espèces, *C. fiber* et *C. trogontherium* probablement?).

Il est donc permis de dire que les limons fossilifères des cavernes pyrénéennes, situées par rapport au fond des vallées actuelles, entre 150 et 250 mètres de hauteur, que les couches fossilifères profondes ou inférieures contenues dans les cavernes ouvertes vers le fond des vallées, et que les dépôts quaternaires anciens du bassin sous-pyrénéen datent d'une même époque, puisqu'ils contiennent les mêmes espèces éteintes.

Quant aux espèces qui accompagnent le Renne et qui renferment dans les cavernes les couches supérieures à celles de l'*Ursus spelæus*, il est difficile de leur assigner une place spéciale dans la série des alluvions quaternaires anciennes, car jusqu'ici on les y a rarement trouvées. Comme je l'ai dit plus haut, elles caractérisent certaines cavernes situées dans le bas des vallées actuelles et sont constituées principalement par : le Renne, le Cheval, le *Megaceros hibernicus*, le *Cervus elaphus*, le *Bos primigenius*, l'*Aurochs*, un Mouton, le Chamois, le Bouqueton, le *Canis lupus*, *vulpes* et un troisième Chien tenant le milieu entre les deux précédents, le Linx, etc.; pas d'animaux domestiques, au moins d'après ce qui a été trouvé jusqu'ici.

Il en est de même de la faune des temps pré-historiques. Retrouvée à l'entrée des cavernes dans les couches supérieures aux dépôts fossilifères dans lesquels domine le Renne, cette faune récente se compose des espèces suivantes : *Ursus arctos* (Ours actuel des Pyrénées), 3 Bœufs domestiques des races *primigenius*, *frontosus*, *brachyceros*? la Chèvre, le Mouton, le *Sus scopa palustris* réduits en domesticité, le *Cervus elaphus*, le Chevreuil, le Bouquetin, le Chamois, le Loup, le Renard, le Chien domestique (Chien d'arrêt), le Lièvre, etc., etc. Cette faune n'a pas encore été signalée pour les régions Pyrénéennes dans les alluvions des fleuves. Si jamais on y en trouve des restes, on ne pourra probablement les découvrir que dans les alluvions et les dépôts des cours d'eau actuels. En effet, c'est seulement dans le lit de la Somme que M. Boucher de Perthes a trouvé les ossements des animaux anté-historiques ; les tourbières d'âge relativement récent lui en ont aussi présenté des restes nombreux. Les remarquables, utiles et difficiles travaux exécutés sur le parcours de la Seine pour l'installation des barrages mobiles, ont aussi donné à mon ami M. de Lagrenay, ingénieur des ponts et chaussées, une riche moisson d'objets et d'animaux pré-historiques provenant des alluvions récentes du fleuve. De même encore mon ami M. Edouard de Villiers, ingénieur des ponts et chaussées, en construisant le magnifique pont d'Auteuil

vient de découvrir plusieurs débris de la faune anté-historique, gisant profondément dans le lit actuel de la Seine.

Si la stratigraphie et la paléontologie nous indiquent trois époques distinctes depuis le commencement de la période quaternaire jusqu'aux temps historiques, l'étude des débris de l'industrie humaine, trouvés avec les diverses faunes que je viens de passer en revue, démontrent aussi que ces divisions sont exactes.

En effet, les cavernes dans lesquelles existe la faune accompagnant l'*Ursus spelæus*, Lherm, Bouichéta, les Enchantées, Massat supérieure, Aubert, Loubens, le Maz-d'Azil dans l'Ariège, Minerve, Lunel-Viel (1), etc., dans le Languedoc, Aurignac (2), dans la Haute-Garonne, etc., m'ont permis de constater qu'à l'époque de leur habitat l'homme se contentait de casser grossièrement les ossements des animaux, dont il mangeait sans doute la chair, pour en faire des armes primitives et brutes, pointes de flèches et de lances, mâchoires taillées, etc. Il façonnait aussi les quartzites du pays dans le genre de ceux d'Abbeville.

Dans les grottes où domine le *Renne*, Espalungue, Lourdes, (Hautes et Basses-Pyrénées), Massat inférieure, Maz-d'Azil, etc., (Ariège), Bize (Aude), etc., les silex sont plus délicatement taillés que ceux des gisements précédents, les ossements et les bois de Cerfs appointés avec finesse en forme de poinçons, de flèches, de têtes de lances, d'aiguilles avec pointe et chas, etc.

A une époque plus récente, celle où les habitants des grottes avaient déjà domestiqué bon nombre d'animaux, les instruments en os sont encore mieux finis, les roches ne sont plus taillées, mais polies, l'art du potier prend un développement considérable, la civilisation réalise un grand progrès. Ainsi me l'ont prouvé mes

(1) Contrairement à ce qui a été dit jusqu'ici, la caverne de Lunel-Viel renfermait et renferme peut-être encore de magnifiques quartzites taillés. Je tiens ce renseignement de M. Rames; voici ce que m'écrit ce savant : « J'en ai donné un (quartzite taillé) à M. Ed. Lartet. Cet échantillon provient de la collection de M. l'abbé Lavergne, vicaire à Arpujon, qui le tenait de M. Calmette. Ce dernier, étant étudiant à Montpellier, alla visiter la caverne avec des camarades et y recueillit des quartzites taillés. »

(2) Cette caverne, décrite par M. Ed. Lartet, a pu, je crois, servir de lieu de séjour et de sépulture, pendant un temps considérable, depuis l'époque de l'Ours jusqu'à celle du Renne. Elle paraît avoir été en dehors de toute action des phénomènes de remplissage par les cours d'eau.

recherches dans les cavernes du Maz-d'Azil, de Bedeilhac, de Castel-Andry, de Sabart, de Niaux-Grande, de Niaux-Petite, d'Al-liat, d'Ussat, etc., etc., dans l'Ariège probablement d'Espalungue (à l'entrée), de Pontil, de Mialet, etc., comme l'a prouvé M. Paul Gervais.

Des faits que je viens de citer je crois qu'il est permis de conclure, sans s'éloigner de la vérité, que dans le midi de la France on trouve, depuis le commencement de l'époque dite quaternaire jusqu'au début des temps historiques exclusivement, trois grandes phases distinctes dans l'histoire paléontologique de cette période, ainsi que dans l'histoire de la civilisation des peuples qui ont vécu dès le commencement de cette époque quaternaire ;

1° Dans la première grande phase, l'*homme* aurait été le contemporain du *grand ours des cavernes* et de tous les animaux que nous avons vus précédemment accompagner ce mammifère dont l'espèce est aujourd'hui perdue.

Les ossements de ces animaux gisent, soit entiers, soit cassés par l'homme, dans les alluvions quaternaires anciennes des vallées sous-pyrénéennes, dans les cavernes situées entre 450 et 250 mètres au moins au-dessus du niveau des vallées actuelles et dans les couches profondes et inférieures des cavernes à dépôts fossilifères multiples.

Les débris d'industrie humaine qu'on trouve mélangés sans remaniement aux restes des mammifères éteints indiquent un art naissant, à peu près semblable à celui d'*Abbeville*.

2° Dans le cours de la première phase, se seraient peu à peu éteints les grands carnassiers et les grands pachydermes.

Un ruminant, le *Renne*, déjà existant dans la période précédente, aurait alors vécu dans des conditions telles que son espèce se serait accrue d'une façon considérable, et ce mammifère serait devenu, par son abondance, caractéristique d'une seconde phase pendant laquelle l'homme n'aurait pas encore domestiqué des animaux. L'industrie humaine aurait réalisé un sensible progrès, les silex ont été taillés avec art et avec finesse, les ossements travaillés avec plus d'intelligence, car ils portent des sculptures et des dessins. Le *Renne* et la faune qui l'accompagne se trouvent dans les grottes, situées vers le pied des montagnes, à des niveaux bien inférieurs aux grottes à ossements d'*Ursus spelæus*, etc.; on les trouve également dans certaines cavernes, parmi les dépôts immédiatement superposés à ceux qui renferment les mammifères des alluvions quaternaires anciennes.

3° La troisième phase serait caractérisée par une faune composée

en grande partie d'*animaux domestiqués*, et dont les débris ont été rencontrés à l'entrée de cavernes, occupant aussi le fond des vallées, et quelquefois au milieu des dépôts meubles constituant dans certaines grottes les couches directement superposées à celles qui renferment, soit le grand Ours, soit le Renne.

Lès hommes ont appris à polir les pierres; ils ne les taillent plus qu'exceptionnellement; ils connaissent l'agriculture, mais n'utilisent aucun métal.

M. de Mortillet fait la communication suivante :

L'industrie des pierres à fusil et les silex taillés du Grand-Pressigny; par M. G. de Mortillet.

Pour qui connaît la fabrication des pierres à fusil, l'antiquité des silex taillés du Grand-Pressigny, dits *livres de beurre*, ne saurait être mise en doute. En effet, l'industrie des pierres à fusil demande des ouvriers spéciaux et une nature de silex toute spéciale; aussi cette industrie a-t-elle toujours été restreinte.

En 1775, Valmont de Bomarre cite Meunes et Couffy, dans le Berry, à deux lieues de Saint-Aignan, comme approvisionnant à eux seuls presque toute l'Europe.

En l'an II de la République, quand la France avait à lutter contre l'Europe entière, le gouvernement fit faire une enquête sur la fabrication des pierres à fusil. Salivet, chargé de cette enquête, constata que la fabrication était presque exclusivement concentrée dans les environs de Saint-Aignan, sur le territoire de quatre communes voisines, Couffy et Meunes, centre principal, et Les Noyers, dans le département de Loir-et-Cher, enfin Lye, dans le Loiret.

Les autres localités citées sont Maysse, près de Rochemaure (Ardèche), Cérilly, canton de Cérifiers (Yonne), et les collines de la Roche-Guyon, sur les bords de la Seine, auxquelles il faut ajouter des tentatives faites plus tard à Bougival, près Marly (Seine-et-Oise). Ce sont là toutes les localités mentionnées dans les rapports et les écrits. Alexandre Brongniart, dans son *Traité de minéralogie*, et Brard, dans sa *Minéralogie appliquée aux arts*, 1821, n'en citent pas d'autres. Nulle part on ne voit indiqué le Grand-Pressigny et même une seule localité d'Indre-et-Loire ou de la Vienne.

Restent les traditions locales. M. Decaisne a dit à l'Académie des sciences que deux habitants de La Haye-Descartes et le fermier de l'un d'eux, demeurant à Abilly, lui ont assuré qu'on avait fa-

briqué autrefois des pierres à fusil dans le pays. Je ne mets pas en doute ces affirmations; seulement il faut apprécier leur valeur, d'autant qu'il m'a été fait des affirmations tout à fait contraires par trois habitants du Grand-Pressigny et deux d'Abilly. Si les *livres de beurre* étaient des résidus récents de la fabrication des pierres à fusil, M. le docteur Léveillé, du Grand-Pressigny, ne les aurait pas signalés et M. le maire d'Abilly n'aurait pas écrit à l'Académie des sciences, réclamant pour sa commune l'honneur de posséder les gisements les plus riches. L'opposition et les critiques sont venues de La Haye-Descartes, localité où il n'a point encore été signalé de silex taillés. N'y aurait-il pas là un peu de jalousie locale? Du reste, ce qui montre le peu de foi qu'on doit accorder aux renseignements recueillis par M. Decaisne, c'est qu'on lui a parlé d'un Noisy-le-Fusilier, comme étant dans les environs. Or il n'y a pas dans le pays de localité de ce nom. Il y a un Nouan-le-Fuzelier, canton de la Motte-Beuvron (Loir-et-Cher), ce qui est bien loin de là. Et encore s'agit-il de fuseaux et non pas de fusils.

Pour fabriquer les pierres à fusil il faut que le silex ait toute son eau de carrière. Chaque jour les ouvriers vont extraire les blocs nécessaires pour la fabrication du jour ou du lendemain, jamais plus. Ils font sécher la croûte extérieure, mais se gardent bien de laisser perdre la moindre partie de l'eau du silex vif. Ils n'emploient donc que du silex recueilli parfaitement en place dans la craie. Pour cela ils pratiquent des excavations profondes dans les couches crétacées, excavations qui pénètrent parfois jusqu'à 20 ou 30 mètres au-dessous du sol. Les déblais sont accumulés autour du trou, de sorte que dans les régions exploitées on voit le sol, primitivement tout rouge, marbré de plaques nombreuses plus ou moins blanches. Au Grand-Pressigny, dont le sol est d'un rouge encore plus vif, ces marbrures blanc jaunâtre paraîtraient bien davantage s'il y avait eu des exploitations. Eh bien, dans la région des silex taillés en n'en voit pas.

Enfin, ce qu'il y a de plus concluant, c'est l'examen comparatif des débris de la fabrication de la pierre à fusil et des fameux silex taillés du Grand-Pressigny.

Meunes a toujours été le centre le plus actif de la fabrication des pierres à fusil. On voit dans ses environs des amas de débris. Au hameau de Bois-Pontas il y en a de très-anciens; un entre autres cube encore plus de 1000 mètres; pourtant depuis longtemps on y puise pour faire les routes. Ces amas cependant ne contiennent que des déchets semblables à ceux qui se produisent de nos jours, car la fabrication, bien qu'ayant beaucoup diminué, se continue en-

core. C'est du reste le seul genre de déchet qu'on puisse recueillir dans toute la contrée.

Ces déchets consistent en une foule de petits éclats recouverts de la croûte extérieure, d'éclats plus petits, débris de la taille des lames, et de nucléus finals dont peut-être pas un n'atteint la grosseur du poing et le poids de 400 grammes. Il y a loin de là aux énormes nucléus du Grand-Pressigny. Et puis ces nucléus de la fabrication des pierres à fusil, au lieu d'être réguliers et bien écorcés tout le tour, sont très-irréguliers et tout garnis d'écorce à la partie extérieure. Il n'y a pas de rapports avec les morceaux préparés pour l'extraction des lames. Ces morceaux sont fort irréguliers, courts et gros, au lieu d'être allongés. Et puis ils ne sont nullement travaillés sur les faces latérales et encore moins sur la face inférieure. Ils sont faits pour tenir facilement dans la main, de manière que le petit doigt puisse appuyer sur la face qu'on taille et retenir les éclats au moment où ils sont détachés. Enfin, l'ouvrier, loin de rechercher les grandes lames, les longs éclats, les évite, parce qu'il aurait trop de déchet. On voit donc qu'il n'y a rien de commun entre les silex taillés du Grand-Pressigny et les produits de la fabrication des pierres à fusil. Les silex du Grand-Pressigny sont donc bien des silex anciens qui peuvent être maintenus dans nos collections et nos musées comme les produits d'une industrie anté-historique; seulement, leurs rapports avec l'époque quaternaire ne sont pas encore parfaitement établis.

Le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. Lambert :

Paris, 17 avril 1865.

Monsieur le Président,

J'ai l'honneur de vous annoncer la découverte d'une brèche osseuse dans le calcaire grossier inférieur.

M. Marville, archéologue zélé, m'écrit qu'à Trosly-Loire (Aisne) on vient de trouver dans le calcaire grossier inférieur (niveau dit *Têtes de chat*) des ossements en très-grand nombre, parmi lesquels il m'annonce la découverte d'un squelette d'Éléphant presque entier, mais dont il n'a pu recueillir que les principaux ossements. Les défenses devaient avoir près de deux mètres; on aurait aussi trouvé un grand nombre d'autres ossements, tels que de Cheval, de Rhinocéros. Le fait ne saurait être douteux, car il y a déjà quatre ans, au même endroit dans l'exploitation de cette carrière, on avait déjà signalé des ossements fossiles. J'ai vu ces

ossements et l'endroit où ils avaient été trouvés; j'y ai reconnu l'*Elephas primigenius*, des dents de *Rhinoceros tichorhinus*, du Cerf, du *Bos primigenius*, de l'Ours, une dent d'un autre carnassier, différent de l'Hyène et de l'Ours, etc., et de petits ossements de rongeur; j'aurai aussi à signaler en cet endroit l'existence probable d'une caverne, car les ouvriers m'ont annoncé qu'ils avaient trouvé un trou immense dans la couche, et qu'effrayés par la profondeur ils s'étaient hâtés de combler l'entrée; j'aurais voulu, à cette époque, faire poursuivre les fouilles, mais malheureusement j'étais arrivé trop tard, et le travail n'était plus possible.

Séance du 1^{er} mai 1865.

PRÉSIDENT DE M. GRUNER.

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Alphonse Favre, *Sur l'origine des lacs alpins et des vallées* (lettre adressée à sir Roderick I. Murchison), in-8, 16 p. Genève, 12 janvier 1865.

De la part de M. le docteur P. Marès, *Nivellement barométrique dans les provinces d'Alger et de Constantine* (extr. de l'*Ann. de la Société météorologique de France*, t. XII, p. 174, 1865), in-8, 35 p., 1 pl.

De la part de M. G. de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, mars 1864, in-8.

De la part de M. E. Renevier, *Notices géologiques et paléontologiques sur les Alpes vaudoises et régions environnantes — Massif de l'Oldenhorn*, in-8, 19 p., 5 pl. Lausanne, 1865.

De la part du gouvernement des Pays-Bas, Feuilles 3, 4, 8, 11 et 17 de la *Carte géologique des Pays-Bas*.

Feuille XV de la *Carte géologique de la Suisse*.

De la part de MM. A. d'Espine et Ém. Favre, *Observations géologiques et paléontologiques sur quelques parties des Alpes de la Savoie et du canton de Schwitz*, in-8, 29 p., 1 pl. Genève, 1865.

De la part de M. Sam. Haughton :

1° *On the granites of Donegal*, in-8, 17 p. Londres, 1862.

2° *Notes on animal mechanics*, in-8, 17 p. Londres, 1864.

3° *On the granites and syenites of Donegal*, in-8, 12 p. Londres, 1864.

De la part de MM. T. de Zollikofer et Dr J. Kobanz, *Hypsometrische Karte der Steiermark*, 1 f. Graz.

Bulletin de la Société de géographie, mars 1865, in-8.

Bulletin des séances de la Société impér. et centrale d'agriculture de France, février 1865, in-8.

L'Institut, n^{os} 1633 et 1634 ; 1865, in-4.

Mémoires de la Société imp. d'agriculture, etc., d'Angers, t. VII, 4^e cahier, in-8.

Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie, t. IX, année 1863-1864, in-8.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale (Saint-Étienne), avril, mai, juin 1864, in-8.

Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de Saint-Étienne, 1864, 4^e trimestre, in-8.

The Athenæum, n^{os} 1956 et 1957 ; 1865, in-4.

Journal of the geological Society of Dublin, vol. X, part 2.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, mai, juin et juillet 1864, in-8.

Revista minera, 15 avril 1865, in-8.

The Canadian Naturalist and Geologist, août, octobre et décembre 1864, in-8.

M. P. Marès offre à la Société un exemplaire de ses recherches sur des nivellements faits dans les provinces d'Alger et de Constantine (voy. la *Liste des dons*).

Le Président annonce que le Conseil a décidé, dans sa séance de ce jour, que la réunion extraordinaire de cette année aurait lieu à Cherbourg (Manche) le 20 août prochain et les jours suivants.

Compte des recettes et des dépenses effectuées pendant l'année 1864 pour la Société géologique de France, présenté par M. DANGLURE, trésorier.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	Nos des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1864.	RECETTES effectuées en 1864.	Augmentation.	Diminution.
1. Produits ordi- naires des ré- ceptions.	1 2 3 4	Droits d'entrée et de diplôme . . de l'ann. courante. Cotisations { des ann. précéd. . . . anticipées.	600 » 8,000 » 2,500 » 500 »	540 » 17,578 50 1,620 » 500 »	» » » » » » » »	60 » 421 50 880 » » »
2. Produits extr.	5	Cotisations une fois payées. . . .	1,800 »	1,200 »	» »	600 »
3. Produit des publications. .	6 7 8	Bulletin. Mémoires. Vente des { Histoire des progrès de la géologie..	1,200 » 800 » 500 »	1,549 » 592 » 545 60	149 » » » 45 60	» » 408 » » »
4. Capitaux pla- cés.	9 10 11	Arrérages de rentes 5 % Intérêts d'obligations. Allocation du ministre de l'Ins- truction publique pour les pu- blications de la Société. . . .	1,870 » 525 » 1,000 »	1,870 » 540 » 1,000 »	» » 15 » » »	» » » » » »
5. Recettes di- verses.	12 13 14 15 16	Reliquat de l'allocation de l'an- née dernière. Souscription du Ministre d'Etat aux Mémoires. Recettes extraordinaires relatives au Bulletin. Recettes imprévues. Loyer de la Soc. météorolog..	250 » 1,200 » 500 » 20 » 400 »	250 » 600 » 25 » » » 400 »	» » » » » » » » » »	» » 600 » 275 » 20 » » »
6. Solde du com- pte de 1863. . .	17	Total de la recette. Reliquat au 31 décembre 1863..	21,065 » 741 20	18,010 10 741 20	209 60	3,264 50
		Totaux de la recette et du reli- quat en caisse	21,806 20	18,751 30		

COMPARAISON.

La Recette présumée était de 21,806 20

La Recette effectuée est de 18,751 30

Il y a diminution de Recette de 3,054 90

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1864.	DÉPENSES effectuées en 1864.	Augmentation.	Diminution.
§ 1. Personnel. . .	1	Agent { traitement	1,800 »	1,800 »	» »	» »
	2		500 »	500 »	» »	» »
	3		200 »	200 »	» »	» »
	4		200 »	200 »	» »	» »
	5	Garçon de { ses gages.	800 »	800 »	» »	» »
§ 2. Frais de loge- ment.	6	bureau { gratifications ordin.	100 »	100 »	» »	» »
	7		100 »	100 »	» »	» »
	8	Loyer, contributions, assurances.	2,600 »	2,584 55	» »	15 45
§ 5. Frais de bu- reau.	9	Chauffage et éclairage.	700 »	679 »	» »	21 »
	10	Dépenses diverses.	500 »	241 85	» »	58 15
	11	Ports de lettres.	500 »	528 50	28 50	» »
§ 4. Matériel. . .	12	Impression d'avis et circulaires.	200 »	145 »	» »	57 »
	13	Change et retour de mandats. . .	20 »	5 85	» »	14 15
	14	Mobilier.	100 »	91 95	» »	8 05
	15	Bibliothèque. — Reliure, port.	1,500 »	656 65	» »	665 35
	16	Bulletin. { Impression, papier,	8 400 »	6,818 70	» »	1,581 50
§ 5. Publications.	17	planches				
	18	Port.	900 »	661 55	» »	238 65
§ 6. Emploi de capitaux.	19	Mémoires. — Impression, papier et planches.	2,400 »	1,572 50	» »	827 50
		Placement de cotisations uniques.	600 »	591 50	» »	8 50
		Dépenses imprévues.	20 »	» »	» »	20 »
			21,540 »	17,855 40	28 50	5,515 10

COMPARAISON.

La Dépense présumée était de 24,340 »

La Dépense effectuée est de 47,855 40

Il y a diminution de 3,484 60

RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1864.

La Recette totale étant de 48,751 30

Et la Dépense totale étant de 47,855 40

Il reste en caisse audit jour 895 90

MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS
DE CAPITAUX¹, EXERCICE 1864.

		NOMBRE DES COTISATIONS.	VALEURS.	
			fr.	c.
Recette	antérieurement à 1864.	466	49,708	55
	pendant l'année 1864.	4	4,200	»
Totaux.		470	50,908	55
Legs Robertson			42,000	»
Total des capitaux encaissés.			62,908	55
PLACEMENT.				
fr.	c.		fr.	c.
4,870	»	Rentes 3 0/0 et frais de mutation		
		4 1/2 en 3 0/0.	47,699	25
540	»	Intérêts de 36 obligations de		
		chemins de fer, achetées an-		
		térieurement au 1 ^{er} janvier		
		1864.	40,454	»
45	»	Achat de 2 obligations de chemin		
		de fer (dont 1 coupon deta-		
		ché) au 31 décembre 1864.	591	50
2,425	»	— Excédant de la recette sur la dépense.	4,463	80

MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES
AU 31 DÉCEMBRE 1864.

Au 1^{er} janvier 1864, le nombre des membres inscrits sur les listes officielles s'élevait à 523, dont :

393 membres payant cotisation annuelle } ci. . . 523
430 membres à vie }

Les réceptions du 1^{er} janvier au 31 décembre 1864 ont
été de. 34

Total. 557

A déduire, pour cause de décès, démissions et radiations. 29

Le nombre des membres inscrits sur les registres, au
31 décembre 1864, s'élève à 528

Savoir: { 392 membres payant cotisation annuelle,
 { 134 membres à vie.

Rapport de la Commission de comptabilité sur les comptes du trésorier, pour l'exercice 1864, par M. Parès.

MESSIEURS,

Lorsqu'une Société compte de longues années d'existence, un certain niveau s'établit dans le chiffre de ses recettes comme de ses dépenses; et chaque exercice ramène à peu près les mêmes résultats, à moins que des circonstances exceptionnelles ne dérangent momentanément l'équilibre. Nous sommes dans l'état normal, de sorte que nous aurons peu de changements à vous signaler dans le cours de l'exercice 1864. Ces changements n'atteignent pas l'économie de notre budget; ils se renferment dans quelques détails; ils sont à peu près inévitables, presque périodiques; et nous pouvons ajouter qu'ils sont dans la nature des choses, parce que nous savons que le zèle de l'administration et spécialement du trésorier ne s'est point ralenti.

I. RECETTES.

D'abord les moins importantes quant au contrôle.

§ 1. En première ligne, les *recettes diverses*, comprenant deux articles :

1^o *L'allocation* de 1000 fr. que S. Ex. le ministre de l'instruction publique veut bien continuer à la Société, pour aider à ses publications. Ce chiffre se trouve accru cette année d'une somme de 250 fr., solde arriéré.

2^o Le *loyer* de la Société météorologique, 400 fr. comme dans les années précédentes.

§ 4. *Les intérêts des placements de fonds*, 2410 fr. en excédant de 30 fr. sur l'exercice 1863, provenant du placement de deux cotisations à vie.

§ 3. *Le produit des publications* comprend trois articles :

1^o Le *Bulletin*, 1374 fr. (19 fr. de plus qu'en 1863).

2^o Les *Mémoires*, 992 fr. (en 1863, 982 fr. 40 c., 9 fr. 60 c. de plus).

Le précédent rapport ne portait que 382 fr. 40 c., parce que la souscription à 20 exemplaires de M. le ministre avait été

classée à part dans le tableau joint au rapport : comme en réalité c'est là un produit relatif aux mémoires, il doit figurer dans cet article, qui se trouve ainsi à ce même chiffre que l'an dernier, à 9 fr. 60 c. près.

3° *L'histoire des progrès de la géologie*, 217 fr. 80 c., en diminution de 60 fr.

Le total des 3 articles se porte à 2583 fr. 80 c. ; il était précédemment de 2615 fr. 20 c. ; différence insignifiante, 31 fr. 40 c.

§ 4. *Le produit des cotisations* se rapporte à cinq catégories : cotisations courantes, arriérées, anticipées, à vie, droits d'entrée et de diplôme.

Le total des 5 articles accuse une diminution, sur 1863, de 2161 fr. 05 c., qui demande à être divisée pour être appréciée justement.

Les droits d'entrée ont perdu 260 fr. Au premier abord on ne comprend pas bien cette diminution, quand le nombre des membres nouveaux s'est accru ; il est évident qu'il n'y a là qu'un retard provenant des circonstances, et qui sera réparé dans les premiers mois de l'exercice suivant.

Les cotisations anticipées ont une augmentation de 18 fr. 50 c. (300 fr. au lieu de 281 fr. 50 c.). C'est là un article purement accidentel, qui tient à la convenance des membres.

Nous en dirons autant des *cotisations à vie*, dont le chiffre a diminué (1200 fr. au lieu de 1800 fr.) ; la volonté de l'administration y est étrangère.

Les cotisations arriérées ont eu 602 fr. 05 c. de moins. Il ne faut pas en être surpris ; ce chiffre est dans la dépendance de celui des cotisations courantes ; plus celles-ci sont élevées moins il y a à faire pour les autres ; et les courantes, ayant eu, l'an dernier, un assez fort accroissement, il est naturel que les arriérées offrent un chiffre moindre.

Restent les *cotisations courantes*. La diminution est de 717 fr. 50 c., c'est-à-dire que 24 membres de plus ont négligé de remplir leur obligation. Le nombre total des sociétaires n'ayant pas éprouvé de diminution, et s'étant accru au contraire de 4 membres nouveaux payant la cotisation annuelle, il y a lieu, pour le trésorier, de redoubler de soins pour

opérer les rentrées qui viennent de passer à l'arriéré; et nous ne doutons pas que cette dernière catégorie ne reçoive, à l'exercice prochain, une augmentation correspondante.

Tel est l'ensemble des recettes de l'exercice 1864. Il s'élève à 18,010 fr. 10 c, en diminution de 2153 fr. 15 c.

Nous allons trouver dans le chapitre des dépenses une diminution à peu près pareille, de sorte que le reliquat n'en sera point affaibli; il sera même légèrement augmenté.

II. DÉPENSES.

§ 1. Nul changement au *personnel*.

§ 2. Au *loyer et accessoires*, 31 fr. 50 c. de plus; au *chauffage et éclairage*, 38 fr. 83 c. de moins.

§ 3. Aux *frais de bureaux*, 161 fr. 55 c. de moins.

§ 4. Au *mobilier*, 24 fr. 98 c. de moins.

A la *bibliothèque*, 311 fr. 65 c. de moins. Cet article a été réduit graduellement depuis deux ans; une de vos commissions avait fait remarquer qu'il était susceptible de réduction.

Sur un total de 880 fr. 75 c., dépensés pour ces quatre derniers articles en 1863, il y a aujourd'hui diminution de 161 fr. 55 c.

Reste à parler des publications et de l'emploi des capitaux.

§ 5. *Les publications*. Deux articles : bulletin, mémoires.

Bulletin. Votre Commission de l'année dernière avait signalé le chiffre de la dépense du bulletin, de beaucoup supérieur à la moyenne d'un grand nombre d'années. Toutes déductions faites, il se portait à 8584 fr. 30 c. : celui de cette année n'est plus que de 6793 fr. 70 c. (6818 fr. 70 c., 25 fr. de recette extraordinaire). La différence 1790 fr. 60 c. montre que nous sommes rentrés dans l'état normal.

Nous n'avons rien à relever sur les frais de port, chiffre variable, dépendant d'un service obligé, et qui nous offre cette fois une diminution de 141 fr. 25 c.

Mémoires. Cet article, relativement très-faible l'an dernier, a été porté de 900 fr. à 1572 fr. 50 c.; là encore nous sommes rentrés dans les habitudes des années précédentes.

En somme, nos publications, qui au dernier exercice avaient

coûté 10,926 fr. 90 c., ont coûté, cette année, 9052 fr. 55 c., en diminution de 874 fr. 35.

§ 6. *Emploi des capitaux.* Comme l'année dernière, il a été placé, en obligations, deux cotisations à vie. Sur ce point nous n'avons rien à ajouter aux observations contenues dans les précédents rapports : il est nécessaire qu'il y ait des placements tous les ans ; à la prudence du Conseil à en déterminer le chiffre.

Si nous résumons les divers articles de dépense, nous trouvons un total de 17 855 fr. 40 c., et dans la comparaison des deux exercices, en recette et dépense, nous arrivons au résultat suivant :

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1864.

Recette totale (compris 744 fr. 20 c. solde du dernier exercice)	18 751 fr. 30 c.
Dépense totale	17 855 40
Restant en caisse au 31 décembre 1864.	895 90

Vous trouverez comme nous, messieurs, que notre situation est satisfaisante ; nous le devons aux soins intelligents de nos administrateurs et de notre agent, mais surtout au zèle de notre trésorier ; et nous vous proposons d'approuver les comptes de l'exercice 1864, et de voter au trésorier des remerciements.

A. PARÈS.

ED. COLLOMB, P. MICHELOT.

La Société vote des remerciements à M. Dangleure, trésorier, et à M. Parès, rapporteur de la Commission de comptabilité.

M. Hébert présente une note de M. Dupont sur les terrains quaternaires des environs de Dinant (province de Namur).

M. Damour fait la communication suivante :

Note sur un hydrate d'alumine ferrugineuse trouvé dans l'île d'Égine (Grèce) ; par M. A. Damour.

L'échantillon minéralogique que j'ai l'honneur de présenter à la Société fait partie de la collection géologique de la Sorbonne ;

il se montre sous forme d'un nodule arrondi et pesant 1 kilogramme environ. Il a été recueilli en 1843 au sommet du mont Agios (Égine) par M. Lebas, membre de l'Académie des inscriptions et belles-lettres. M. Hébert m'ayant invité à en faire l'analyse, je viens exposer ici les résultats que j'ai obtenus. Voici quels sont les principaux caractères de cette matière minérale :

Couleur rouge semblable à celle de la variété de fer oligiste connue sous le nom de *sanguine*. Structure amorphe, compacte, et présentant, par places, quelques globules concrétionnés, blanchâtres et à couches concentriques, comme certaines pisolithes. Poussière gris rougeâtre rayant le verre : densité, 3,70. Dégageant une quantité notable d'eau lorsqu'on la chauffe dans le matras de verre. Infusible à la flamme du chalumeau. Devenant magnétique lorsqu'on la chauffe sur le charbon, par suite d'un mélange d'oxyde ferrique, en proportion notable. Attaquable par l'acide chlorhydrique, qui dissout une quantité notable d'oxyde ferrique. Attaquable également, à chaud, par une lessive très-concentrée d'hydrate de potasse, qui dissout beaucoup d'alumine.

Pour en faire l'analyse, la matière, finement pulvérisée, a été fondue au rouge sombre avec six fois son poids de carbonate de potasse, additionné d'hydrate de potasse. La masse refroidie a été traitée par l'eau chaude, qui a dissous la majeure partie de l'alumine combinée à la potasse, laissant un résidu d'oxyde ferrique mêlé d'un peu de silice et d'alumine. On a précipité l'alumine contenue dans la liqueur alcaline par l'addition d'une suffisante quantité de chlorhydrate d'ammoniaque. L'alumine a été pesée après lavage et calcination.

On a traité le résidu ferrugineux par l'acide chlorhydrique, et évaporé à siccité la liqueur acide ; puis on a repris le résidu sec par l'eau acidulée. L'oxyde de fer s'est dissout, ainsi que le peu d'alumine qu'il renfermait encore ; la silice est restée insoluble. On a traité la liqueur ferrugineuse bouillante par un excès de potasse caustique ; l'alumine s'est dissoute et l'on a précipité cette alumine par le chlorhydrate d'ammoniaque pour la réunir à celle qu'on avait déjà obtenue.

L'oxyde ferrique précipité par la potasse a été redissous, sur le filtre, par l'acide chlorhydrique et précipité de nouveau par l'ammoniaque. Après un lavage suffisant, il a été dissous dans l'acide oxalique. On a évaporé la dissolution à siccité, dans une capsule de platine, et calciné le résidu sec, au rouge moyen, à la flamme oxydante de la lampe à gaz. On a pesé l'oxyde ferrique qui se

présentait ainsi sous forme de poudre rouge, facile à détacher des parois de la capsule.

L'eau a été dosée à part sur 1 gramme de matière.

Voici les résultats de l'analyse :

		Oxygène.	Rapports.
Alumine.	0,5654	0,2634	3
Eau.	0,4040	0,0924	4
Oxyde ferrique.	0,2873		
Silice.	0,0443		
	0,9980		

Dans cette matière minérale, l'oxyde de fer est à l'état d'oligiste : Fe_2O_3 ; c'est donc avec l'alumine que l'eau se trouve combinée. Le rapport approché de 4 à 3 qu'on observe entre l'oxygène de l'eau et l'oxygène de l'alumine, et qui semblerait devoir faire réunir cette substance à l'hydrate d'alumine cristallisé, connu sous le nom de *diaspore*, me paraît être ici purement accidentel. La matière, en effet, n'est pas cristallisée; il est probable que les proportions relatives d'eau et d'alumine varieraient selon les échantillons soumis à l'analyse.

Une matière présentant une composition analogue, également en masses noduleuses, rougeâtres, amorphes, mais un peu moins dense et moins compacte, désignée sous le nom d'*hydrate d'alumine des Baux*, a été anciennement analysée par Berthier, qui, le premier, l'a fait connaître et l'a trouvée composée ainsi qu'il suit :

		Oxygène.	Rapports.
Alumine.	0,5200	0,2422	4
Eau.	0,2040	0,4843	3
Oxyde ferrique.	0,2760		
	4,0000		

La substance minérale analysée par Berthier est abondamment répandue dans les terrains tertiaires du midi de la France, et notamment aux environs de la commune des Baux, près d'Arles, de Tarascon, etc. Elle est actuellement exploitée pour la fabrication de l'aluminium. M. Henri Sainte-Claire Deville, qui en a analysé de nombreux échantillons, y a constaté la présence d'une faible proportion de vanadium. Je n'ai pas retrouvé ce métal dans le minerai d'Égine.

S'il était permis de tirer des conséquences géologiques de l'examen d'un seul échantillon, on serait tenté de voir une relation

entre certaines parties du terrain tertiaire du midi de la France et les blocs erratiques qui occupent une des sommités de l'île d'Égine. On sait aussi que non loin d'Égine se trouve l'île de Naxie, bien connue par les gîtes d'alumine qu'elle renferme à l'état de corindon granuleux ou émeril, et accidentellement aussi à l'état d'hydrate cristallin ou diaspore. J'ai cru pouvoir appeler sur ce point l'attention des géologues qui ont visité ces contrées et qui sont mieux en état d'apprécier la connexion qui pourrait exister entre les différents gîtes aluminifères que je viens d'indiquer.

M. Hébert rappelle que l'échantillon qui vient d'être analysé par M. Damour, et qui fait aujourd'hui partie des collections de la Faculté des sciences, lui a été donné par M. Ph. Lebas.

M. Saemann ajoute à la communication de M. Damour, qu'à l'occasion d'une récente visite aux Baux, et guidé par la carte géologique du département des Bouches-du-Rhône de M. Matheron (1843), il a pu constater, à l'endroit marqué d'un double signe (♂♂), du fer à une petite distance au N. E. de Clapier, près de Maussane; que le gisement y est très-exactement indiqué dans ce que M. Matheron appelait à cette époque le terrain à *Requienia ammonia*, comprenant tout l'étage néocomien inférieur et le calcaire à *Chama ammonia* proprement dit (étage urgonien de d'Orbigny).

M. Coquand, dans un mémoire inséré au *Bulletin de la Société géologique* (1), constate également que l'hydrate d'alumine des Baux gît dans le calcaire néocomien.

M. Leymerie, plus tard (2), établit la distinction à faire entre le calcaire à *Chama ammonia* et le calcaire néocomien inférieur, qu'il propose d'appeler calcaire provençal, nom devenu inutile par le travail même de son auteur, établissant nettement son identité avec le calcaire à Spatangues (*Toxaster complanatus*, Ag.).

La bauxite, reconnaissable de loin par la couleur rouge vif de ses affleurements, forme une couche presque verticale de

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 4^{re} sér., t. XI, p. 405 (1840).

(2) *Ibidem*, 2^e sér., t. VIII, p. 206 (1854).

plusieurs mètres d'épaisseur, régulièrement intercalée dans les calcaires néocomiens également redressés.

Une grande *Exogyre*, trouvée dans le calcaire, rappelle tout d'abord par sa taille (14 centimètres de longueur) l'*Exogira aquila* de l'étage aptien; cependant l'oursin qui l'accompagne ne peut guère se rapporter qu'au *Toxaster complanatus*, dont il présente, malgré son état fragmentaire, la forme triangulaire et épatée. — Un petit *Pinna* de la taille du *P. Robinaldina* et quelques moules de bivalves (? *Venus*), le tout mal conservé, se rencontrent avec les fossiles précédents dans les bancs formant le mur du minerai; le toit formé par un calcaire tout semblable n'a fourni aucun fossile. — Ces quelques faits paléontologiques n'infirment donc en rien les conclusions tirées des études stratigraphiques par les géologues provençaux.

De gros rognons d'aragonite fibreuse très-impure, qu'on rencontre dans quelques endroits à la partie supérieure du minerai, et les allures de ce dernier, imitant celles des dépôts sidérolitiques, pourraient être interprétés comme indiquant une origine geysérienne et comme remplissage d'une fente postérieure au dépôt du calcaire. — En attendant que la preuve en soit fournie, il restera toujours vrai que ce dépôt forme, à Clapier, un dépôt régulièrement intercalé dans le calcaire néocomien inférieur.

Les géologues qui voudraient visiter les Baux feront bien de se diriger par chemin de fer sur Tarascon, d'y prendre, le matin, la diligence jusqu'à Saint-Rémy, et de faire, en cabriolet ou à pied, la traversée des Alpines qui sort de la plaine de la Provence avec tous les caractères d'un paysage alpestre.

Aux détails que viennent de donner MM. Damour et Saemann, M. Virlet ajoute qu'il croit encore utile de joindre les notes qui suivent et qu'il a personnellement recueillies en visitant, il y a quelques années, dans un intérêt industriel, les gisements dont il s'agit :

Notes minéralogiques et géologiques sur le minerais de fer alumineux pisolitique de Mourières, dit aussi des Baux, canton de Saint-Rémy, département des Bouches-du-Rhône; par M. Virlet d'Aoust.

Pour aller au village de Mourières, situé à 20 et quelques kilomètres à l'est d'Arles, on peut s'y rendre directement de cette ville ; mais la route par Tarascon, que nous avons suivie, quoique plus longue, est beaucoup plus intéressante aux points de vue de la géologie, de l'archéologie et même de la variété des sites.

On se rend d'abord à Saint-Rémy, où l'on peut encore admirer un arc de triomphe et un riche tombeau antiques. Ces magnifiques monuments de l'époque romaine sont d'une conservation parfaite ; en même temps le géologue peut aller visiter les grandes et belles carrières d'où l'on extrait la célèbre pierre de construction dite *de Saint-Rémy*. Peu après cette ville, on traverse, du nord au sud, la très-pittoresque petite chaîne de l'Alpine, composée de montagnes calcaires de l'époque néocomienne, présentant les caractères les plus prononcés de métamorphisme (compacité, dureté, sonorité, cassure sèche, parfois argileuse, etc., etc.).

C'est à travers les déchirements curieux de ces montagnes entièrement dénudées et dépourvues de végétation arborescente, que circule une très-bonne route conduisant à la célèbre ville des Baux, aujourd'hui réduite à l'état de misérable bourgade. Les curieuses ruines de cette ville, si fameuse au moyen âge, sont perchées au sommet d'une montagne dominant la vallée, où elles caractérisent on ne peut mieux les anciens temps de la féodalité. C'est là, qu'avant les établissements des états de Provence se réunissaient chaque année autour du puissant seigneur des Baux tous les hauts barons de la contrée. Après avoir nécessairement visité ces ruines et avoir reconnu les calcaires durs et compactes à travers lesquels la ville avait été bâtie et les calcaires marneux très-coquilliers de la base, on se rend à Mourières, qui n'en est éloigné que de 8 ou 9 kilomètres au sud-sud-est. C'est sur le territoire de cette commune, placée à la base des derniers contre-forts de la chaîne, qu'existent les principaux gisements des minerais oolithiques en roche, du moins de ceux qui passent pour les plus riches.

A n'envisager que de loin ces minerais se détachant par leur teinte rouge de brique sur le fond blanchâtre et grisâtre des masses calcaires, on est tenté de les considérer, *à priori*, comme des amas qui auraient rempli postérieurement les anfractuosités

du sol ; mais, en les examinant de près, on reconnaît que ces masses ferrugineuses se lient si intimement aux couches calcaires, qu'elles paraissent en former le prolongement ; malheureusement, il n'en est pas ici comme des minerais oolithiques des terrains jurassiques, car cette prolongation n'est qu'apparente et les gisements sont fort limités. Ces circonstances me les ont fait du reste annoter comme résultant d'un phénomène contemporain ou de très-peu postérieur au dépôt de ces calcaires et analogue à celui qui, en Suisse, par exemple, a produit le terrain sidérolithique décrit par Gressly.

Ces masses ferrugino-alumineuses, dont la teneur moyenne en fer n'est guère que de 25 à 30 pour 100, rarement plus et souvent moins, doivent donc être considérées comme un minerai de fer assez pauvre ; cependant on en a expédié quelque peu aux forges d'Alais, au prix de 25 francs la tonne, probablement à titre d'essai, car en raison de leur pauvre teneur je doute que cet établissement consente à les payer ce prix. Mais si, au point de vue de la métallurgie du fer, ces gisements n'ont pas une très-grande importance, ils offrent un très-grand intérêt minéralogique et géologique, car ces masses sont entièrement formées par la réunion de pisolithes de grosseurs variables, dépassant rarement celle de gros pois. Un spath calcaire, qui paraît avoir pénétré postérieurement dans la masse, est venu sur quelques points en occuper les interstices et leur servir en quelque sorte de ciment ; ses facettes vitreuses donnent alors à la roche, qui ressemble à des spilithes ou à de certaines variolithes, un aspect à la fois subsaccharoïde et chatoyant.

Ces pisolithes, évidemment formées par des incrustations concentriques à la manière des *confetti* ou des *dragées* de Tivoli et de Carlsbad (1), présentent, les unes des noyaux blanchâtres paraissant entièrement composés d'alumine, les autres des noyaux bruns paraissant au contraire entièrement ferrugineux et ressemblant à de l'hématite brune, parfois entourés d'une auréole d'hydrate d'alumine blanchâtre ; enfin, il y a de ces oolithes qui paraissent entièrement homogènes et composées d'oxyde rouge ; celles-là sont probablement formées par un mélange des deux substances. Ces variations dans la composition successive de ces noyaux testacés accusent des intermittences dans les émanations alumineuses et ferrugineuses qui les ont produites, ou tout au moins dans celle

(1) Voyez mon mémoire intitulé *De la formation des oolithes, etc.*, à la page 499 du tome XV de la 2^e série du *Bull. Soc. géol.*

du fer, qui me paraît jouer ici le rôle d'une substance accidentelle.

Quoi qu'il en soit, l'analyse de M. Damour nous faisant connaître que ces masses sont entièrement composées d'hydrate d'alumine pure, elles pourraient peut-être s'utiliser plus avantageusement pour la fabrication de l'aluminium que pour celle du fer, et il serait peut-être même possible de pouvoir à la fois tirer avantageusement parti des deux métaux ? C'est un problème que nous soumettons à MM. Merle d'Alais qui, d'après ce que vient de nous communiquer M. Émilien Dumas, fabriquent déjà l'aluminium avec des hydrates d'alumine pisolithiques analogues et probablement contemporains, qui proviennent des environs de Toulon.

M. Louis Lartet communique à la Société le travail suivant, premier résultat des observations géologiques qu'il a pu faire en Syrie et en Arabie, comme membre de l'expédition scientifique de M. le duc de Luynes.

Note sur la formation du bassin de la mer Morte ou lac Asphaltite et sur les changements survenus dans le niveau de ce lac ; par M. Louis Lartet (Pl. IV).

I. -- De l'origine des lacs salés en général.

De tous les problèmes que l'étude de la géographie physique des continents offre chaque jour aux méditations des géologues, il en est peu qui méritent à un plus haut degré d'attirer leur attention que celui de l'origine des lacs salés ou mers intérieures.

Cette question a de tout temps préoccupé les physiciens, et les explications qu'ils ont proposées à cet égard s'appuient le plus souvent sur la probabilité d'une communication ancienne de ces bassins isolés avec des mers plus étendues.

Les théories de Xanthus, de Straton, d'Ératosthènes, acceptées par la plupart des anciens philosophes, ont été consacrées par la grande autorité des noms de Buffon et de Pallas, en ce qui concerne les lacs salés de l'Asie occidentale.

Humboldt, en reprenant à fond cette question des lacs asiatiques, l'a dotée de tous les développements que sa vaste érudition et sa profonde connaissance de l'Asie lui permettaient d'y ajouter. Il l'a fait également profiter des résultats nouveaux, dus aux re-





cherches des académiciens russes, au sujet de la dépression de niveau de la mer Caspienne, ainsi que de ses propres découvertes sur la constitution physique de l'Asie centrale.

Cette étude remarquable lui a permis de conclure « *qu'avant les temps que nous appelons historiques*, et à des époques très-rapprochées des dernières révolutions de la surface du globe, les steppes salées du Touran étaient recouvertes par une mer intérieure comprenant l'Aral et la Caspienne. » Cette mer, à laquelle paraîtraient devoir se rapporter les traditions asiatiques relatives à l'existence primitive d'une *mer amère*, aurait pu communiquer, d'un côté, avec le Pont-Euxin, de l'autre, par des sillons plus ou moins larges, avec la mer glaciale et les lacs Telegoul, Tagas et Balgache (1).

L'existence d'une nappe d'eau saumâtre qui aurait, à des époques antérieures à la nôtre, occupé de vastes surfaces autour de la Caspienne, en nourrissant, comme cette dernière mer, une faune d'un caractère intermédiaire entre celles des lacs et des mers actuels, paraît être, en effet, prouvée par les travaux des géologues qui ont, depuis lors, parcouru ces contrées.

Il était donc bien naturel de rattacher à cette mer ancienne l'origine des lacs salés, répandus en si grand nombre autour de la Caspienne, et cette découverte devait nécessairement exercer une grande influence sur les explications à proposer relativement à la formation des autres lacs salés en dépression de niveau par rapport à celui de l'Océan. Aussi M. Angelot, en essayant de généraliser l'application de cette théorie, s'est-il laissé entraîner à considérer la mer Morte et les autres lacs salés des dépressions circum-méditerranéennes, comme autant de laisses de cette même mer asiatique qu'il pensait avoir occupé le centre de l'ancien continent et l'avoir divisé en trois terres distinctes (2).

(1) A. de Humboldt, *Asie centrale*, t. II, p. 29. Cette dernière partie des conclusions de Humboldt est loin d'être aussi bien établie que la première. M. le professeur de Filippi, dans un voyage qu'il a fait récemment en Perse et sur les bords de la Caspienne et à la suite de recherches sur les animaux inférieurs qui vivent dans ses eaux, ne craint même pas d'affirmer que la mer Caspienne n'a jamais été en communication avec l'Océan. Si puo dire con certezza che il mar Caspio non e mai stato in comunicazione col mar generale, malgrado l'opinione de molti fisici et naturalisti, e perfino dell'istesso Humboldt. *Atti della Societa italiana di scienze naturali*, vol. VII, p. 280. Milan, 1864.

(2) *Recherches sur l'origine du haut degré de salure de divers*

En discutant cette opinion (1), M. d'Archiac a démontré l'impossibilité de l'existence, même à l'époque tertiaire, d'une communication marine entre la mer Morte et le bassin Aralo-Caspien, et l'on ne pourrait déjà point admettre que ces bassins eussent fait partie de la même mer.

D'un autre côté, on peut se demander s'il est absolument nécessaire, pour expliquer la salure des eaux de ces lacs de dépression, de leur attribuer à tous une origine océanique, et s'il ne serait pas aussi naturel, dans la plupart des cas, de rechercher dans les terrains qui les environnent la source des sels que leurs eaux tiennent en dissolution.

Plusieurs des lacs salés de l'Asie septentrionale se trouvent, en effet, dans le voisinage de masses considérables de sel gemme ou à proximité des terrains qui d'ordinaire sont les plus riches en dépôts salifères (2). Il en est de même d'un bon nombre de ceux de la Russie méridionale (3) et de l'Asie Mineure (4). On a égale-

lacs placés dans le fond de grandes dépressions du sol des continents et en particulier de la mer Morte, suivies de considérations sur l'origine du sel gemme en couche (Bull. Soc. géol. de France, 1^{re} sér., t. XIV, p. 356, 1843).

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, t. I, p. 300.

(2) Voyez à ce sujet la carte géologique de l'Asie septentrionale qui accompagne le deuxième volume des Archives d'Ermann, dans laquelle sont indiqués par une couleur spéciale les gîtes de sel gemme et de gypse (*Ermann's Archiv. für wissenschaftliche Kunde von Russland*, t. II, 1842).

(3) M. de Verneuil, notre savant maître, a depuis longtemps fait remarquer *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1^{re} sér., t. XIV, p. 266 et 391, 1843) que les lacs salés du district d'Orenbourg et en particulier le lac Elton, dont la salure est si excessive, se trouvent situés sur le zechstein, terrain qui d'habitude contient des dépôts considérables de sel gemme.

(4) Dubois de Montpéreux, dans l'atlas de son Voyage autour du Caucase, a marqué divers dépôts puissants de sel gemme dans le bassin tertiaire de l'Arménie centrale et il en donne des coupes qui montrent leur importance; M. Abich, qui a tant contribué à faire connaître les lacs salés de l'Arménie, a dans la suite confirmé ces observations à cet égard (*Mém. acad.*, 6^e sér., t. IX, Saint-Petersb 1859). L'un de ces gîtes de sel, celui de Natchevan, n'est pas éloigné du lac d'Urmiah, qui probablement, ainsi que le lac Van, doit sa salure au voisinage de dépôts analogues. Le grand lac salé de Kodj Hissar, situé au milieu des steppes salées de la Lycaonie, est bordé à l'est par une ligne de falaises de grès crétacés surmontés de calcaire tertiaire, qui, suivant M. Hamilton, pourraient être considérés comme le prolonge-

ment signalé des dépôts semblables dans le voisinage des Chotts et Sebkalis de l'Afrique septentrionale (1), comme aussi, en Amérique, aux environs du grand lac salé des montagnes Rocheuses (2).

L'existence de bancs épais de sel gemme sur les bords de la mer Morte, signalés de temps immémorial et relatés dans les chroniques des croisades, ainsi que dans les récits de voyageurs plus modernes (3), était un fait bien connu de M. Angelot; il a cherché à l'expliquer d'une façon favorable à sa théorie, en supposant que

ment des terrains où l'on exploite, dans une province voisine en Galatie, du sel gemme, depuis des temps très-reculés (Hamilton, *Geology of part of Asia minor; Transact. of the Geol. Soc. of London*, 2^e ser., t. V, p. 589.)

(1) MM. Fournel, Renou et divers autres géologues ont fait connaître les masses salines et les *montagnes de sel* qui sont répandues en Algérie dans le voisinage des lacs salés ou Chotts. M. Coquand a cru pouvoir rattacher ces bancs salifères au terrain éocène. D'après d'autres auteurs, ils seraient placés à la limite de la craie supérieure et des terrains tertiaires. M. Dubocq, dans son remarquable travail sur la constitution géologique des Zibans, attribue la salure des Chotts « au dépôt de matières salines dont les eaux se chargent dans leur parcours et qu'elles abandonnent ensuite lorsqu'elles sont absorbées par les rayons solaires, ainsi que cela s'observe pour tous les bassins fermés de l'Algérie » (*Ann. des mines*, 5^e sér., t. II, p. 249, 1853, p. 42 du mémoire). Ces bancs salés et gypsifères se poursuivent, ainsi que les terrains qui les renferment, sur tout le front méditerranéen de l'Afrique, et c'est, selon toute probabilité, à eux que les lacs salés de l'oasis d'Ammon, ainsi que les lacs de natron et les lacs amers de l'intérieur de l'Égypte doivent leur salure.

(2) M. Fremont a attribué la salure du Grand Lac Salé à des bancs considérables de sel que l'on observe au sud dans les formations secondaires des environs du lac voisin d'Utah (*Report of the exploring expedition*..... Washington, p. 150-158). Le nom de l'un des affluents du Grand Lac Salé, le *Rio salado*, indiquerait d'ailleurs assez l'influence qu'exercent sur sa salure les terrains environnants.

Les steppes salées et les lacs salés de l'Amérique méridionale (du Mexique, du Pérou, de la Bolivie, du Chili et de la Patagonie) doivent probablement leurs sels à des causes analogues. Alcide d'Orbigny les considérait comme étant d'origine océanique. Mais M. Darwin, se fondant sur l'analyse de quelques-uns de ces sels, sur leur extrême pureté ainsi que sur l'absence de l'iode, a émis un avis contraire à celui d'Alc. d'Orbigny (Darwin, *Geolog. observ. south America*, 1846).

(3) La montagne de sel, *mons salis* des Romains, est connue aujourd'hui des Arabes sous les noms de Jebel Melah, Jebel Usdom (ce dernier nom a été rapproché de celui de l'ancienne capitale des villes maudites, Sodôme). Seetzen en fixa l'emplacement. M. de Bertou, dans son voyage au désert d'Arabah, la visita, et, frappé de l'épaisseur de la

Les eaux du lac, plus hautes à une certaine époque, avaient pu déposer ces bancs de sel gemme. Mais, ainsi que l'a fait remarquer M. d'Archiac : « S'il y a eu un moment où l'état de saturation de » la mer Morte a facilité la formation des masses de sel qui sont » sur ces bords, on ne voit pas pourquoi, aujourd'hui que le niveau est plus bas, sa saturation se trouve moindre que lorsque » les eaux étaient plus élevées, la cause d'affaiblissement de la » salure du lac Tibériade n'existant pas pour la mer Morte. » (1).

Aussi, sans vouloir aucunement contester pour certains lacs, tels, par exemple, que les bassins fermés des Bouches-du-Rhône ou ceux qui bordent le littoral méditerranéen de la Basse-Égypte, la possibilité d'une origine océanique, nous ne pensons point cependant que pour un bon nombre de ces bassins continentaux et, en particulier, pour la mer Morte, il soit nécessaire de recourir à l'hypothèse de M. Angelot pour expliquer leur salure. D'ailleurs, de ce que les dépressions continentales auraient toutes leur fond occupé par des étendues plus ou moins considérables de sel ou d'eau salée, devrait-on nécessairement en conclure, avec le savant géologue précité, que *toutes* ces dépressions sont autant de fonds détachés d'anciennes mers où l'évaporation aurait déterminé un accroissement de la salure des eaux en même temps que l'abaissement de leur niveau? La position exceptionnelle de ces bassins ne peut-elle donc pas favoriser une accumulation progressive, dans leur fond, des matériaux salins que les eaux superficielles et même souterraines enlèvent sans cesse aux sédiments qui les avoisinent?

Lorsque les terrains qui environnent un lac renferment des couches extrêmement riches en sels, on concevra facilement l'effet puissant que cette nouvelle cause doit exercer sur la concentration de ses eaux. Le lac, soumis ainsi à l'influence combinée de cette richesse salifère des eaux auxquelles il sert de réceptacle final et d'une évaporation active, pourra atteindre à la longue un degré de salure tout à fait anormal.

La mer Morte est un des lacs salés où cette double cause de concentration montre le plus clairement son influence et où elle

couche de sel que les eaux viennent presque baigner, il y vit l'unique source de la salure de la mer Morte.

Ces couches de sel se trouvent au milieu des mêmes terrains crétacés et éocènes qui, en Afrique, fournissent à la salure des chotts et des lacs amers.

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, t. I, p. 304.

a également produit les plus grands effets. L'importance de l'étude de son bassin pour la solution des questions relatives à l'origine des lacs salés de dépression n'a pas échappé à M. Angelot, ainsi que le prouve le titre même de son travail et les réserves suivantes, dont il accompagne ses conclusions : « L'étude approfondie de la mer Morte, dit en terminant notre savant confrère, » pourra éclaircir la question et peut-être renverser une partie de » de notre hypothèse, mais tout ce que nous connaissons, quant » à présent, des terrains de son bassin paraît l'appuyer plutôt que » le contredire. » (1).

A l'époque où M. Angelot écrivait ces lignes, on n'avait, en effet, que peu de renseignements positifs sur la géologie de ce bassin. Quelques années plus tard, un géologue autrichien, Russegger, fut appelé en Égypte par Méhémet-Ali. Il visita, dans le cours de ses nombreux et célèbres voyages, la Syrie et le nord du bassin de la mer Morte, et, dans le travail où il a traité de la géologie de cette région (2), il a réuni à ses observations personnelles sur le bord septentrional de la mer Morte les renseignements obtenus des Arabes. Il y a également ajouté les rares indications que l'on trouve éparses dans les relations de voyage antérieures, de Seetzen, Burckhardt, Robinson, Schubert, etc., sur des portions du bassin qu'il n'avait pas visitées lui-même. Bien qu'il se soit souvent mépris sur l'âge et la distribution des terrains qui constituent le bassin de la mer Morte, Russegger n'en avait pas moins pressenti, avec une remarquable sagacité, l'isolement primitif de ce bassin. Il avait, entre autres choses, supposé que la salure de ses eaux pourrait avoir pour cause les propriétés salifères des roches environnantes (3).

Dix ans plus tard, environ, le docteur Anderson attaché, comme géologue à l'expédition américaine commandée par le lieutenant Lynch, a fait une étude plus complète et plus détaillée du nord du bassin de la mer Morte et d'une partie de ses rivages (4). Mais

(1) Angelot, *loc. cit.*, p. 389.

(2) *Reisen in Europa, Asien und Afrika*, de 1835 à 1841. 3^e vol., 2^e part., p. 196, 1846-49.

(3) Russegger, *loc. cit.*, p. 209.

(4) *Official report of the United States expedition to explore the Dead Sea and the river Jordan*, by lieutenant W. F. Lynch, Baltimore, 1852, p. 79 (*Geological reconnaissance of part of the Holy Land*, by Anderson).

ses travaux, quelque consciencieux et bien faits qu'ils soient au point de vue descriptif, ne nous ont laissé que des notions fort vagues et souvent même contradictoires au sujet de l'origine et du mode de formation du lac Asphaltite et de son bassin. L'auteur paraît admettre le retour de la mer après la première immersion du bassin et le creusement des principaux ouaddis qui constituent le système hydrographique de cette région. Néanmoins, il est aisé de voir qu'il incline parfois à penser qu'une grande partie des sels en dissolution dans les eaux de la mer Morte ont pu leur être fournis par les éléments mêmes des roches environnantes. C'est sans doute ce qui l'a déterminé à faire des recherches sur la solubilité de quelques-unes d'entre elles dans l'eau chargée d'acide carbonique.

A notre tour, nous avons eu, l'an passé, l'avantage bien précieux de pouvoir explorer, sous la haute et savante direction de M. le duc de Luynes, le périmètre complet de la mer Morte et son bassin dans toute sa longueur. Dans cette rapide reconnaissance, il a été possible d'observer dans les diverses portions du bassin et surtout vers ses limites orientales et méridionales, aujourd'hui encore si peu connues, un assez grand nombre de faits qui paraissent confirmer une partie des prévisions de Russegger. Nous avons ainsi été amenés à penser que le lac Asphaltite, le type le mieux caractérisé des lacs salés de dépression, n'a jamais communiqué avec les mers qui l'avoisinent, bien que ses eaux aient autrefois occupé un niveau beaucoup plus élevé.

Ces conclusions sont basées sur un ensemble d'observations qui touchent aux principaux points de la question et dont l'exposé fait l'objet de ce premier travail.

II. — *Aperçu de la géographie physique du bassin de la mer Morte dans ses rapports avec la géologie de la contrée.*

Il est peu de contrées qui offrent dans leur constitution orographique et hydrographique une plus grande simplicité que la Syrie. Ses rivages méditerranéens sont en général bordés par une chaîne de montagnes sensiblement parallèle aux côtes. Au delà court à peu près du nord au sud un vaste *sillon*, composé de vallées quelquefois très-profondes, que les anciens ont si bien caractérisé vers sa partie médiane par le nom de Cœlésyrie ou Syrie creuse. Ce *sillon*, ou plutôt cette série de vallées successives, con-

stitue une limite naturelle et bien tranchée entre les régions méditerranéennes de la Palestine, où s'étend la domination turque et les hauts plateaux déserts de l'est que parcourent sans cesse les tribus libres et errantes des Bédouins.

Les ondulations du fond de ce sillon le divisent en plusieurs bassins dont les eaux sont recueillies par trois rivières principales : le Nahr-el-Asy (Orontes), le Nahr-Kasimieh (Leontes) et le Scheriat-el-Kebir (Jourdain). Le premier de ces cours d'eau se dirige vers le nord, les deux autres vers le sud.

Le Nahr-el-Asy et le Nahr-Kasimieh, qui prennent tous deux naissance dans la portion la plus élevée de ce sillon, connue sous le nom de plaine de la Bekaa, s'éloignent de ce point commun de départ suivant des sens opposés. Ils vont se jeter dans la Méditerranée, l'un au nord près d'Antioche, l'autre au sud, près de Sûr (Tyr) en abandonnant tous deux, non loin de leur embouchure, leur direction première dans la vallée pour se frayer, par un coude brusque, un passage à travers les chaînes étroites qui les séparent de la mer.

Le troisième cours d'eau, si célèbre par le rôle important qu'il a joué dans l'histoire des Hébreux et dans celle du christianisme, le Jourdain, prend sa source aux pieds de l'anti-Liban, aux environs de Hasbeya, non loin du coude du Nahr-Khasimieh. Il porte d'abord le nom de Nahr-Hasbani ; mais, après avoir reçu les eaux considérables qui, à Banias et au Tell-el-Kadi, sont généralement considérées comme les véritables sources du Jourdain, il prend définitivement ce nom consacré depuis longtemps dans les Saintes-Écritures. Il traverse ensuite en coulant du nord au sud le Bahr-el-Houleh (lac Samachonite) et le Bahr Tubarich (lac Tibériade ou de Genezareth) au sortir duquel il reçoit les eaux d'un affluent considérable, le Ouaddi-Iarmuk. Il réunit encore les eaux de quelques torrents et rivières, et, sous l'appellation arabe de Sheriat-el-Kebir, va se jeter dans la mer Morte, réceptacle final des eaux de ce bassin.

La vallée du Jourdain revient à la direction générale nord-sud du sillon, dont les deux chaînes parallèles du Liban et de l'anti-Liban avaient fait dévier la vallée de la Bekaa comprise entre leurs flancs. Cette profonde vallée du Jourdain se dirige en ligne droite de l'anti-Liban à la mer Morte. Elle est limitée à sa gauche par les escarpements et les pentes abruptes menant aux plateaux accidentés du Jaulan, d'Adjlan et du Belka. À sa droite, elle est séparée de la Méditerranée par les collines de la Galilée et les monts de Juda que ces dernières relient au Liban et qui, suivant

l'expression pittoresque de M. Sherwood, constituent l'épine dorsale de la Palestine (1).

La mer Morte se trouve elle-même étroitement resserrée entre cette chaîne montagneuse de Juda et les monts Abarim, contre-forts des hauts plateaux ondulés d'Ammon et de Moab. Elle couvre de ses eaux si denses et si amères la portion la plus déprimée du sillon dont fait partie son bassin, sillon qui se continue encore au sud dans l'Arabie Pétrée (2).

En effet, l'Arabah, ce vaste fossé qui sépare les montagnes de l'Idumée de la presqu'île du Sinaï, s'écarte assez peu de la direction générale de la vallée du Jourdain pour pouvoir être à bon droit considérée ainsi que le golfe d'Akabah, qui lui fait suite, comme une continuation du sillon longitudinal dont nous venons de parler.

III. — *De l'hypothèse de l'ancien prolongement du cours du Jourdain jusqu'à la mer Rouge.*

Cette grande vallée de l'Arabah, découverte en 1812 par Burckhardt, fait naturellement partie, dans sa portion la plus septentrionale, du bassin de la mer Morte.

Ce n'est que vers les deux tiers de son étendue longitudinale, à partir de l'extrémité sud de ce lac, que le fond de la vallée s'étant élevé insensiblement, les alluvions qui le couvrent disparaissent pour faire place aux collines crétacées; ces dernières établissent alors pendant quelque temps une liaison continue entre les mêmes dépôts secondaires, des deux côtés de la vallée. Ce sont en même temps des digues, peu efficaces il est vrai, que la nature oppose à la marche sans cesse envahissante des sables que les vents du sud-ouest accumulent surtout dans la portion méridionale de l'Arabah. Ces dépôts crétacés divisent le désert d'Arabah en deux régions bien distinctes. Ils constituent la ligne de faite d'un double ver-

(1) Sherwood, *American Journ. of scienc.*, vol. 48, p. 4, 1845.
— Id., *Bibl. univers. de Genève*, 1845, t. LVI.

(2) Nous ne pouvons indiquer ici que les principaux traits de géographie physique qui se rattachent plus spécialement à la constitution géologique de cette contrée. Pour plus de détails géographiques, nous renverrons à l'excellente description contenue dans le dictionnaire de la Bible de Smith, à l'article *The Salt Sea*.

Dans cet article, M. Grove est parvenu à réunir en quelques pages ce que l'on connaissait de plus intéressant et de plus exact sur la mer Morte et son bassin.

sant anticlinal qui délimite ainsi les deux bassins de la mer Morte et de la mer Rouge (1).

La découverte d'une immense vallée s'étendant du lac Asphaltite à la mer Rouge a bientôt fait naître dans l'esprit des premiers voyageurs et géographes qui en ont eu connaissance l'idée fort naturelle que c'était un ancien chenal par où le Jourdain allait autrefois jeter ses eaux dans le golfe d'Akabah. En 1828, M. Léon de Laborde, s'appuyant sur une suite de relevés topographiques exécutés par lui depuis Akabah jusqu'à Petra, ainsi que sur les textes bibliques, vint de plus émettre l'opinion que le cours du Jourdain avait été interrompu lors de l'événement qui provoqua la destruction des villes maudites, et que cette interruption avait naturellement amené la formation de la mer Morte.

M. Letronne (2), après avoir tiré des mêmes textes une interprétation différente, éleva le premier (3) des doutes sur la réalité de cette ancienne communication fluviale du bassin de la mer Morte avec celui de la mer Rouge. Il s'appuyait surtout sur des considérations d'hydrographie, tirées de la carte même de MM. de Laborde et Linant-Bey. Rappelant à ce propos que Seetzen avait remarqué l'existence de puissants cours d'eau qui se rendaient du ghôr méridional dans la mer Morte, il conclut de la direction différente des vallées latérales, dans le nord et dans le sud de l'Arabah, à l'existence d'un versant anticlinal au milieu de ce prétendu chenal. Ce double versant établissait donc l'indépendance complète des deux bassins hydrographiques de la mer Morte et de la mer Rouge.

(1) Quelques voyageurs ont remarqué que les Arabes distinguent le versant méridional de l'Arabah par le nom de Ouaddi Akabah (du nom du petit village égyptien qui se trouve à son extrémité, et qui donne également son nom au golfe de la mer Rouge sur les bords duquel il est situé), tandis qu'ils réservent celui de Ouaddi Arabah au versant septentrional qui s'incline vers la mer Morte. Nous adopterons ces distinctions nominales pour chacun de ces versants, tout en conservant pour désigner l'ensemble le nom régional d'Arabah.

(2) *Journ. des savants*, oct. 1835, p. 596.

(3) M. le capitaine Callier, dans un voyage qu'il avait entrepris en 1838 en Arabie Pétrée, avait déjà remarqué à l'ouest de l'Arabah deux systèmes opposés de direction dans les cours d'eau qui s'y rendent; mais il ne fit connaître les doutes que cette remarque lui avait inspirés sur l'ancienne continuation du Jourdain jusqu'à la mer Rouge, qu'après la communication de M. Letronne (*Journ. des savants*, janv. 1836, Lettre à M. Letronne).

Mais les prévisions de M. Letronne résultaient simplement d'idées spéculatives uniquement basées sur un petit nombre d'observations dues à des voyageurs dont l'opinion était directement opposée à la sienne; elles ne pouvaient donc pas lutter avec avantage contre l'idée si séduisante de l'interruption du Jourdain lors du désastre de la Pentapole. En effet, il ne manqua pas d'adversaires parmi lesquels nous devons citer un des membres les plus respectables et les plus distingués du clergé français, M. l'abbé Caneto, qui essaya de soutenir la thèse opposée en appelant à son aide toutes les ressources de son érudition et de son savoir (1). La question en serait peut-être restée là, si en 1837 les mesures hypsométriques de MM. Moore et Beck et les observations barométriques de Schubert n'étaient venues révéler à l'Europe savante l'existence de l'énorme dépression du niveau des eaux de la mer Morte, que Seetzen et Burckhardt croyaient être plus élevé que celui de la Méditerranée (2).

M. de Bertou, qui explora ces contrées à la fin de la même année, fixa à 419 mètres le chiffre de cette dépression (3). Ce chiffre fut alors taxé d'une forte exagération par M. le capitaine Caillier, qui crut à tort devoir le réduire à 200 mètres.

Néanmoins le résultat des observations de M. de Bertou, à part le chiffre donné par le capitaine Lynch et le second chiffre donné par le lieutenant Symonds, se rapproche plus que tout autre de celui que notre compagnon de voyage, M. le lieutenant de vaisseau Vignes, vient de déduire de séries correspondantes d'observations horaires faites au moyen de deux baromètres Fortin (4).

(1) *Réfutation de l'opinion de M. Letronne sur le cours du Jourdain et la formation de la mer Morte* (Arch. de philosophie chrétienne, juin 1836, vol. XII, p. 422).

(2) Si ces voyageurs avaient gravi les sommets des monts de Juda, d'où l'on aperçoit à la fois les deux mers, comme à Bethel, par exemple, ils se seraient assurément rendu compte de cette dépression du niveau de la mer Morte relativement à celui de la Méditerranée, qui est très-sensible à la simple vue.

(3) *Description de la vallée du Jourdain et du lac Asphaltite* (Bull. de la Soc. de géographie, 2^e sér., t. XII, p. 464, 2^e part.).

(4) *Note sur quelques déterminations de coordonnées géographiques*; extrait de la *Connaissance des temps pour 1866*.

Moore et Beck, d'une part, et Schubert, de l'autre, découvrirent presque en même temps l'existence de la dépression dont le dernier fixa seul le chiffre (93 toises). M. de Bertou ayant rencontré M. Moore dans le Liban eut connaissance de ses découvertes et il assigna bientôt après à la dépression la valeur de 419 mètres. Russegger porta ensuite

La connaissance de cette dépression fournissait déjà aux adversaires de l'idée d'un ancien écoulement du Jourdain dans la mer Rouge un argument bien puissant; M. de Bertou, en parcourant pour la première fois l'Arabah dans toute sa longueur, put enfin donner aux prévisions de M. Letronne une éclatante confirmation.

Il constata en effet l'existence, au milieu de ce désert, d'un double versant dont la ligne de faite se trouve indiquée sur sa carte à peu près vers la latitude de Petra et devait s'élever suivant les évaluations approximatives de ce consciencieux et savant voyageur à 160 mètres environ *au-dessus* de la Méditerranée (1).

Le problème paraissait devoir être, dès lors, résolu, au moins au point de vue de la géographie physique. En face de cette dépression considérable de la mer Morte, vers laquelle concourent les affluents du Ouaddi Arabah et qu'une selle de 160 mètres (2) séparait de la mer Rouge, il était difficile de croire encore à l'ancien écoulement du Jourdain dans le golfe d'Akabah. On aurait pu, il est vrai, pour conserver cette explication, recourir à l'hypothèse d'affaissements gigantesques; mais ces affaissements n'auraient pu se produire sans déranger fortement l'horizontalité des sédiments du fond de la vallée. C'est ce que l'étude stratigraphique de ces dépôts ne permet pas d'admettre. S'il était d'ailleurs nécessaire d'ajouter aux preuves précédentes de la non-interruption du cours du Jourdain un témoignage fourni par les observations géologiques, nous pourrions dire que l'étude attentive de la structure du sol aux environs du partage des eaux de l'Arabah nous font considérer cette ligne de faite comme un barrage crétacé, séparant d'une façon complète les deux versants anticlinaux de ce désert.

A cette altitude, les terrains crétacés ne sont plus recouverts que de leurs propres débris et n'offrent aucune trace du passage d'un ancien cours d'eau se dirigeant vers la mer Rouge, Il est d'ailleurs

cette valeur à 435 mètres. En 1844, le lieutenant Symonds l'évalua à 427 mètres, mais à la suite de deux mesures trigonométriques il arriva en 1843 à réduire ce chiffre à 400 mètres.

Le lieutenant Lynch trouva comme résultat 390 mètres. Enfin des observations soigneusement faites ont conduit M. Vignes au chiffre de 392 mètres.

(1) Voy. la carte de M. de Bertou (*Bull. de la Soc. de géogr.*, 2^e sér., t. XII, 1839).

(2) M. Vignes, à la suite d'un nivellement barométrique exécuté de proche en proche avec le plus grand soin, porte l'altitude de cette ligne de faite du partage des eaux à 240 mètres.

à remarquer que dans les alluvions anciennes du Ouaddi Arabah les galets paraissent de plus en plus gros à mesure que l'on se rapproche, en marchant vers le sud, du partage des eaux. A cette preuve de la direction vers la mer Morte des anciens cours d'eau qui ont entraîné et déposé ces sédiments viendrait également s'ajouter la présence, vers l'extrémité S. O. de ce lac, dans ces mêmes alluvions anciennes, de cailloux appartenant à des variétés de porphyres feldspathiques quartzifères dont les gisements ne se retrouvent qu'au sud de ce point.

IV. — *De l'hypothèse d'une ancienne communication marine de la mer Morte avec les mers environnantes et spécialement avec la mer Rouge.*

L'existence de la dépression du bassin de la mer Morte tendait ainsi à exclure toute possibilité d'une continuation antérieure du cours du Jourdain jusqu'à la mer Rouge. En revanche, elle favorisait, au contraire, l'idée plus nouvelle d'une ancienne communication marine entre les deux mers, idée dont nous avons déjà parlé plus haut. Cette dernière et séduisante hypothèse ne s'accordait pas cependant avec la divergence des cours d'eau des deux côtés de la ligne de faite de l'Arabah et surtout avec l'élévation de ce point de partage des eaux, au-dessus de la mer Rouge. Pour lever cette dernière difficulté, il fallait admettre que cette ligne anticlinale était le résultat d'un soulèvement probablement occasionné par la sortie des roches éruptives dont on avait déjà signalé l'existence aux environs du partage des eaux. Un tel soulèvement séparant du golfe d'Akabah le bras de mer qui aurait occupé la dépression où se rendent aujourd'hui les eaux du Jourdain, cette nappe d'eau salée soumise à une évaporation active aurait vu son niveau baisser successivement jusqu'à ce que l'équilibre se fût établi entre la précipitation atmosphérique et l'absorption par les rayons solaires. De là devaient naturellement résulter l'extrême salure et l'énorme dépression de niveau des eaux de la mer Morte.

Sans vouloir ici appeler de nouveau à notre aide, pour combattre cette hypothèse, les secours que l'hydrographie de cette contrée a si heureusement fournis à M. Letronne, nous examinerons tout d'abord l'âge et la nature des roches éruptives des environs du point de partage des eaux de l'Arabah. Nous pourrions ainsi nous rendre compte de l'influence que leur sortie a pu exercer sur l'exhaussement des terrains qui constituent ce barrage transversal. Les résultats de nos recherches sur les relations de

ces roches éruptives avec les terrains stratifiés qui les avoisinent, nous ont conduit à penser qu'elles sont loin d'être venues au jour à des époques rapprochées de la nôtre. Leur apparition paraît avoir été antérieure non-seulement au dépôt des calcaires crétacés qui constituent la ligne anticlinale du partage des eaux, mais encore à celui des grès et psamnites plus anciens, qui bordent à l'est le ouaddi Arabah ainsi que la mer Morte, et dans lesquels sont creusés les monuments si curieux de Petra.

Ces roches éruptives sont, pour la plupart, des porphyres feldspathiques quartzifères. Ces porphyres offrent d'étroites ressemblances avec ceux de nos contrées, en particulier avec ceux de l'Esterel, et présentent comme eux les colorations les plus variées dans leur pâte.

On rencontre aussi sur plusieurs points du ouaddi Arabah, notamment au ouaddi Mafrâh (entre Petra et le point de partage des eaux de l'Arabah), des porphyres feldspathiques non quartzifères, de couleur plus foncée, avec feldspath du sixième système. Cette dernière espèce de porphyre, plus rare que la première, se trouve parfois, comme au ouaddi Safieh, par exemple, entourée de très-belles brèches et de conglomérats polygéniques dont les éléments sont, en général, empruntés au granit et au porphyre lui-même.

Les porphyres sont à peu près alignés du nord au sud, de la mer Morte jusqu'au mont Hor. Ils reparaissent ensuite sur le côté occidental de l'Arabah et vont, en contournant les massifs granitiques du Sinâï, rejoindre les éruptions porphyriques de la Haute-Égypte et de la Nubie. C'est dans ces dernières régions que Russegger et Lefèvre les ont observées au milieu des mêmes grès et psamnites crétacés qui les avoisinent au mont Hor, grès auxquels nous conserverons le nom de *grès de Nubie*, qui leur a été imposé par Russegger (1).

La contrée qui nous occupe ici plus spécialement présente d'ailleurs avec l'isthme du Sinâï, l'Égypte, la Nubie, et en général le nord de l'Afrique, une ressemblance frappante.

Il y a lieu de croire que dans ces régions africaines, comme dans

(1) De l'aveu même de Russegger, il y a des grès de différents âges en Nubie; on aurait donc pu remplacer cette dénomination équivoque par un nom qui se rattacherait à une localité remarquable et bien connue comme Petra, par exemple, et appeler ces grès : *grès de Petra*. Mais quelque avantage que puisse présenter ce changement, nous avons cru, autant par respect pour les travaux de Russegger que pour faciliter le rapprochement de ses observations avec les nôtres, devoir conserver la première dénomination.

la Syrie et l'Arabie-Pétrée, les grès de Nubie, qu'ils soient ou non feldspathiques, ont emprunté aux granites et aux porphyres une grande partie de leurs éléments. Ils leur doivent aussi probablement les oxydes qui les colorent, car leurs couleurs paraissent varier suivant leur proximité avec les diverses variétés de ces roches éruptives qui renferment ces mêmes oxydes.

Sur plusieurs points, comme aux environs du mont Hor, par exemple, on peut recueillir des indices encore plus certains de l'antériorité de l'éruption des porphyres au dépôt des grès de Nubie. Dans les environs de cette montagne, on rencontre à la base de ces grès un poudingue constitué par des galets dont la plupart sont plus ou moins décomposés. Quelques-uns cependant, moins altérés que les autres, laissent apercevoir les éléments du porphyre feldspathique. On peut donc en conclure que cette dernière roche a fait éruption avant le dépôt des grès. Dès lors on voit que cette éruption n'a pu exercer aucune action sur le soulèvement des couches crétacées du point de partage des eaux de l'Arabah, qui sont constituées par des dépôts effectués postérieurement encore à celui des grès de Nubie. Les porphyres auraient pu, tout au plus, avoir joué un rôle purement passif; en agissant en raison de leur grande compacité, comme des coins ou leviers gigantesques sur les roches plus tendres qui les entouraient. Tout fait supposer que ces roches éruptives ont dû subir elles-mêmes l'effet d'un soulèvement général. Ce soulèvement, qui aurait élevé la ligne de faite de l'Arabah en même temps que toute la contrée à l'altitude qu'elle occupe, a dû se manifester lors de l'émersion, du sein de l'océan tertiaire, des couches crétacées et éocènes qui constituent la charpente montagneuse de cette contrée. Dans tous les cas, il a dû se produire avant la formation du ouaddi Arabah, dont les alluvions les plus anciennes ne paraissent pas avoir subi de dérangement depuis leur dépôt (1).

(1) Ce soulèvement s'étant effectué après la sortie des porphyres et bien avant celle des roches volcaniques, on pourrait être tenté de rechercher s'il n'a pas été accompagné par l'éruption de quelque nouvelle roche plutonique.

Il est bien vrai qu'aux environs du mont Hor, on trouve au milieu des porphyres quartzifères un granite à feldspath blanc et à mica noir, d'aspect tout différent du granite rose égyptien si commun dans tout l'Orient. La dimension de ces éléments est aussi moindre que celle de ceux du granite égyptien. Russegger signale la présence d'un granite semblable au Sinaï, où il est associé à la syénite et aux porphyres (*Loc. cit.*, t. V., 3^e part., p. 234). Mais il fait remarquer que, tandis que

Outre ces anciens soulèvements, on ne peut se dissimuler qu'il a pu depuis se manifester de légers mouvements dans une portion de l'écorce terrestre, si soumise encore à l'influence des tremblements de terre.

C'est à des mouvements de cet ordre qu'est due l'émersion des plages soulevées qui en quelques points de la côte méditerranéenne, comme aux environs de Jaffa, par exemple, sont couvertes de *pétoncles* et autres coquilles marines encore vivantes dans les eaux de la Méditerranée. Mais ces phénomènes de soulèvements n'ont élevé ces plages qu'à de très-faibles altitudes, et l'on ne pourrait pas leur accorder l'importance nécessaire pour avoir exercé une action sensible sur l'exhaussement des calcaires crétacés du point de partage des eaux de l'Arabah.

Ainsi, il n'y a pas lieu de croire que les porphyres feldspathiques aient pu déterminer par leur apparition la formation du faite qui divise l'Arabah en deux versants anticlinaux. D'autre part, on ne peut pas attribuer aux soulèvements plus récents dont les côtes de la Méditerranée nous ont conservé des témoignages irrécusables, l'influence nécessaire pour opérer de tels changements dans le relief de cette contrée. Il est plus vraisemblable que les mouvements qui ont donné au pays sa physionomie orographique actuelle et distribué les eaux de l'Arabah entre les deux bassins de la mer Morte et de la mer Rouge ont exercé leur action à une époque intermédiaire. Ce serait pendant l'émersion et le soulèvement des dépôts crétacés et éocènes, avant la formation des vallées actuelles et le dépôt de leurs plus anciennes alluvions.

Aux raisons qui ont été énumérées plus haut, viennent d'ailleurs se joindre des preuves négatives de la plus haute importance pour faire admettre l'indépendance complète, dès l'origine, des deux bassins et la non-existence de toute communication marine entre les deux mers. Ce sont et l'absence complète sur les bords du lac Asphaltite, à diverses hauteurs, comme aussi sur toute l'étendue

le porphyre traverse souvent le granite blanc à grains fins, ce granite ne traverse pas le porphyre; fait qui pourrait avoir sa signification s'il était bien vérifié et qui reculerait l'éruption de ce granite au delà de celle des porphyres. Nous avons cru reconnaître cependant aux environs du mont Hor, qu'au voisinage de ce granite les assises crétacées offraient certaines ondulations inusitées, dans leur allure habituelle; mais ces dérangements sont d'une importance très-minime. Nous n'insisterons pas sur ce fait observé d'ailleurs trop rapidement, nous bornant à appeler sur ce point l'attention des géologues qui visiteraient dans la suite ces contrées.

de terrains qui le sépare de la mer Rouge, de dépôts d'un caractère océanique, et le manque de corps organisés marins qui puissent attester la présence en ces lieux d'un bras de mer, depuis l'émersion des terrains crétacés et éocènes (1).

Prenant ainsi en considération 1° l'absence de débris d'organismes marins dans les plus anciens sédiments du bassin; 2° le caractère fluvial des dépôts post-éocènes de l'Arabah; 3° les indices qui nous révèlent la direction vers la mer Morte des cours d'eau qui les ont déposés, et enfin la non existence de tout soulèvement important, postérieur à la formation des vallées actuelles, au milieu de l'Arabah; on voit que les observations géologiques s'accordent de tout point avec les idées déduites de l'étude de la géographie physique de la contrée. Les deux ordres d'observations et les résultats importants auxquels ils conduisent nous portent à rejeter l'hypothèse d'une communication marine de la mer Morte avec la mer Rouge (2), tout autant que celle fondée sur

(1) On doit penser que la découverte du *Porites elongata*, rapporté par M. le marquis de l'Escalopier à la suite d'une courte visite à la mer Morte et donné par lui au Muséum d'histoire naturelle de Paris, est le résultat d'une de ces supercheries que l'appât du Bakchich rendent si fréquentes dans ces contrées. Ce polypier provient sans doute du golfe d'Akabah où cette espèce est si répandue et d'où il aura été rapporté par les Arabes ou par quelque drogman. Il est regrettable que Humboldt ait attaché autant d'importance à cette découverte isolée, qui n'a reçu depuis trente ans aucune espèce de confirmation.

(2) Nous ne parlons pas ici d'un troisième ordre de preuves fournies par les différences de composition qui existent entre les eaux de la mer Morte et celle de l'Océan. Ces différences ressortent déjà, ainsi que l'a si justement fait remarquer M. Elie de Beaumont lors de la présentation de l'extrait de ce mémoire à l'Académie des sciences (*Comptes rendus*, 17 avril 1865), des analyses nombreuses qui ont été faites des eaux du lac Asphaltite. Leur richesse exceptionnelle en brome, en potasse et en magnésie et l'absence d'iode seront encore rendues plus frappantes par les résultats que fourniront une série de recherches auxquelles se livre un chimiste habile, M. Terreil, sur les échantillons d'eaux recueillis par nous en divers points du lac Asphaltite et à diverses profondeurs. Nous avons pu obtenir une grande précision dans ces prises d'eau en nous servant de l'appareil d'Aimé, que nous avons considérablement modifié à cet effet avec le concours de feu M. Froment.

M. Malagutti, le savant doyen de la faculté de Rennes, a bien voulu nous faire savoir, qu'ayant essayé une quantité assez considérable du sel provenant de l'évaporation spontanée des eaux de la mer

l'ancienne continuation du cours du Jourdain jusqu'à cette dernière mer.

V. — *Des théories diverses émises sur l'origine de la mer Morte.*

Si nous nous sommes étendu si longuement dans la discussion de ces deux hypothèses relatives à l'origine de la mer Morte, c'est qu'elles ont fait l'objet de longs et intéressants débats et que d'ailleurs elles se rattachent d'une façon intime à l'objet de ce travail. Il serait inutile d'examiner avec le même soin toutes les théories qui ont été hasardées à ce sujet et en particulier celles qui sont fondées sur une ancienne communication souterraine entre le lac Asphaltite et les mers qui l'avoisinent. Russegger a justement qualifié cette idée de *non sens physique* : car, en supposant cette communication possible, il ne pourrait exister une aussi forte disproportion de niveau entre deux nappes d'eau voisines et communiquant entre elles. On ne doit pas non plus s'arrêter aux théories fondées sur l'affaissement du sol produit par suite de l'inflammation des matières combustibles que l'on croit généralement répandues en si grande abondance aux abords de la mer Morte. On peut à ce sujet se borner à faire observer que les calcaires bitumineux ne sont devenus tels, selon toute probabilité, qu'à la suite d'émanations souterraines et qu'ils ne constituent que de simples accidents isolés et assez circonscrits au milieu des couches crétacées des environs du lac Asphaltite. Un de ces accidents d'imprégnation des calcaires crétacés, que tous les pèlerins traversent dans leur visite annuelle au Jourdain, à Nebi Musa, n'a pas peu contribué à accréditer cette hypothèse qui n'est pas justifiable au point de vue scientifique (1).

Morte, et correspondant à 7 kilogrammes et demi d'eaux de cette mer, il n'y avait point trouvé d'argent, comme dans les eaux de l'océan Atlantique et du Pacifique. Selon les prévisions du savant chimiste, il eût dû en isoler cependant, sur ce volume, des quantités très-appreciables si les eaux de la mer Morte en eussent contenu seulement autant que celles de l'Océan.

(1) On ne doit pas oublier que M. Gaillardot, l'un de ceux qui ont cherché dans l'inflammation des calcaires bitumineux une explication de l'affaissement du bassin de la mer Morte [*Note sur la mer Morte et la vallée du Jourdain (Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges, vol. VI, 1849)*], faisait de la géologie dans des conditions fort peu favorables à l'observation. C'était pendant la guerre de la Porte avec l'Égypte et au milieu de l'action que M. Gaillardot a parcouru le nord du bassin de la mer Morte ; obligé de partager ses soins entre les

Quant aux fragments de soufre, dont la dissémination sur les bords de la mer Morte est loin d'être aussi abondante qu'on l'a dit, ils sont presque tous associés intimement au gypse ou à proximité de gisement de cette substance. On doit croire que ce soufre provient de la réduction du gypse, par suite d'une réaction bien connue et dont des effets tous semblables s'observent dans tant d'autres contrées (1).

Dès 1850, Hichcock, d'après les renseignements à lui fournis par les missionnaires américains, avait admis l'existence d'une faille s'étendant d'Akabah à la vallée du Jourdain (2). Aussi Lynch, dans une lettre au docteur Anderson, avait-il spécialement appelé son attention sur l'influence qu'un phénomène de cette nature pouvait avoir exercée sur la formation de cette vallée. Cette explication était encore dans ces derniers temps l'idée favorite d'un savant éminent que la science vient de perdre et que ses amis regrettent si profondément; nous voulons parler du docteur Falconer, qui avait rapporté cette impression d'une rapide visite à la vallée du Jourdain.

VI. — *Opinion de Russegger.*

Russegger, en admettant l'existence d'une fente, a trop exagéré l'influence des phénomènes volcaniques dans la formation du bassin de la mer Morte, qu'il regardait ainsi que le lac Tibériade comme des dépressions cratériformes produites le long de la fente (3).

Il est impossible de méconnaître dans cette contrée l'importance

blessés et les recherches vers lesquelles l'entraînait son goût prononcé pour l'histoire naturelle. M. Gaillardot nous a paru d'ailleurs disposé, lors de notre passage à Alexandrie, à abandonner tout le premier cette hypothèse.

(1) C'est principalement aux environs de Jebel Usdom (la montagne de sel) que l'on rencontre, au-dessus du sel gemme, des bancs considérables de gypse; de là la fréquence dans ces environs des fragments de soufre. A la Lîçan, nous avons trouvé associés aux morceaux de gypse, si communément répandus dans les marnes qui constituent cette presqu'île, des fragments de soufre qui leur sont adhérents.

(2) *Transact. Assoc. americ. geolog.*, p. 348, Boston, 1841-42.

(3) « Dans une catastrophe violente, volcanique, la fente s'est ouverte, les couches qui la recouvraient se sont déchirées et il en est résulté une dépression considérable du sol depuis Jebel el Scheikh jusqu'au ouaddi Arabah. »

Russegger, *loc. cit.*, t. II, 3^e part., p. 208.

des phénomènes volcaniques et les changements qu'ils peuvent avoir occasionnés à la surface des reliefs qui limitent à l'est le lac Asphaltite. Nous avons pu constater l'existence de plusieurs grandes coulées qui viennent aboutir à la mer Morte, principalement sur trois points de son rivage oriental (1).

Ces coulées, qui couvrent quelquefois des étendues assez considérables de terrains, doivent s'être épanchées à une époque géologique assez rapprochée de la nôtre. Comme elles suivent souvent, au Zerka-Maïn et au ouaddi Mojob, par exemple, le lit même des torrents, une partie au moins de ces éruptions n'a dû se faire qu'après la formation des vallées actuelles. Néanmoins il y a lieu de croire que dans leur sortie ces roches n'ont fait que profiter des fractures préexistantes, sans que leur éruption ait été accompagnée d'efforts dynamiques assez puissants pour avoir jamais pu apporter à la constitution du bassin de la mer Morte des modifications importantes.

Russegger avait ensuite examiné la probabilité de l'existence, avant la formation de la dépression du bassin de la mer Morte, d'une pente continue suivant laquelle le Jourdain aurait porté originairement ses eaux à la mer Rouge. Il a repoussé cette idée ainsi que celle de l'interruption du prétendu prolongement du cours de ce fleuve. Il paraît admettre alors que, lors de la formation de la dépression, les eaux accumulées par ce fleuve auraient été réduites par l'évaporation de façon à ne pouvoir atteindre le point le plus élevé du barrage qui le séparait de la mer Rouge. Après bien des oscillations dans leur niveau, les eaux de la

(1) La première, au Nord, est celle qui se jette dans la mer près de l'embouchure du ouaddi Ghuweir. De loin on la voit partir d'une éminence conique qui nous a été désignée par le scheikh des Nemr-Adouans, Gablan, sous le nom de *Mergab es Suweimeh*.

La seconde coulée semble partir de el Hummar près du Jebel Attarus, où se trouvent accumulés des conglomérats de cendres et de scories basaltiques. Cette coulée suit le lit du Zerka Maïn, où elle offre en certains points des exemples remarquables de retrait prismatique. Elle vient ensuite s'étaler le long de la côte depuis l'embouchure du ouaddi Zerka-Maïn jusqu'à la plaine de Zarah, couronnant les grès et psammites bariolés qui en constituent les falaises.

La troisième coulée semble sortir d'un cône aigu que le même cheikh Gablan nous a désigné par le nom de Mountar es Zarah; elle paraît très-courte et se trouve au sud de cette petite plaine de Zarah, limitée au Nord et au Sud par deux coulées volcaniques et encore sillonnée de toutes parts de sources chaudes qui l'ont couverte de dépôts d'incrustations d'une épaisseur considérable.

dépression se seraient abaissées jusqu'à l'altitude déprimée que leur surface occupe aujourd'hui (1). Mais cet auteur énonce simplement ces sentiments sans les accompagner d'aucune preuve. On peut même être surpris qu'en l'absence de documents positifs et d'observations géologiques portant sur la partie méridionale du bassin qui seule pouvait fournir la solution du problème, il ait pu avec autant de pénétration deviner et trouver une explication aussi rapprochée de celle que suggère l'étude attentive de cette région.

VII. — Double hypothèse du docteur Anderson.

Le docteur Anderson, de son côté (2), a hasardé, au sujet de la formation du bassin de la mer Morte, deux hypothèses correspondant en quelque sorte aux idées de Russegger et entre lesquelles le prudent naturaliste américain évite soigneusement de se prononcer.

La première de ces hypothèses consisterait à admettre que la vallée du Jourdain et la dépression de la mer Morte ont dû leur origine à l'existence d'une *fissure* ou d'une *série de fissures*. Le relief actuel et le comblement de la vallée résulteraient, dans ce cas, des phénomènes d'érosion dus aux agents atmosphériques. C'est, on le voit, l'ancienne hypothèse d'Hichcock. La direction rectiligne du *ghôr* (3) et la différence entre les couches des deux côtés de la vallée étaient autant d'arguments en faveur de cette idée, mais malheureusement le docteur Anderson, tout en reconnaissant ces faits, n'a pas accordé à cette explication l'importance qu'elle méritait (4).

(1) Bussegger, *loc. cit.*, p. 208.

(2) *Official report.... on the depression of the dead seas basin*, p. 203.

(3) A l'exemple d'Ibn. Haukal, écrivain arabe du x^e siècle, plusieurs voyageurs ont appliqué l'épithète de *ghôr* à la partie du *sillon* compris entre le lac Tibériade et Akabah. D'autres voyageurs réservent cette dénomination à de petites étendues de terrain avoisinant la mer Morte. Comme Russegger, Anderson, etc., nous prendrons ce nom dans son sens le plus général et nous nous en servirons pour désigner ce vaste sillon, le trait le plus caractéristique de la géographie physique de cette contrée et qui a dû être parfaitement compris des Arabes, si habiles à caractériser les reliefs du sol.

(4) Il reproche à cette hypothèse de ne pouvoir pas expliquer l'origine des *vallées sinueuses*, beaucoup plus nombreuses que les *vallées rectilignes*. Si l'auteur a voulu désigner ainsi les ouaddis qui sillonnent

Le même auteur a développé avec beaucoup plus de soin et de prédilection sa seconde hypothèse. Celle-ci suppose l'existence primitive d'une *carène* (*carina*), vaste *rainure* dont le fond, d'une pente douce et uniforme, aurait primitivement servi de lit à un cours d'eau se déchargeant dans le golfe d'Akabah (1). Des phénomènes géologiques, dont l'auteur n'a pas spécifié la nature, auraient troublé plus tard l'uniformité de cette *carène* et déterminé la production d'affaissements et d'exhaussements auxquels serait due la formation des lacs et leur isolement plus ou moins complet. Ici le naturaliste américain reconnaît avec bonne foi que cette hypothèse soulève des objections embarrassantes. Il se voit alors forcé, pour tout concilier, d'admettre une seconde immersion du continent syrien, qu'il supposait avoir été déjà émergé une première fois à la fin de la période secondaire (2). La mer, exerçant de nouveau son action érosive, aurait nivelé les hauteurs et fait disparaître en même temps *toute trace du cours d'eau* qui se déchargeait auparavant dans la mer Rouge. Après quoi, cette région venant à être réémergée avec ces nouvelles modifications orographiques, elle aurait acquis depuis, sous l'influence des agents atmosphériques, les traits remarquables de son relief actuel.

Il n'est pas nécessaire d'entrer dans les détails de cette dernière hypothèse pour en apercevoir les côtés faibles. En effet, en admettant même que la mer tertiaire eût pu raser les hauteurs et effacer jusqu'aux moindres traces de l'ancien système hydrographique de la vallée, quel phénomène pourrait-on invoquer de nouveau pour expliquer l'absence totale ou la disparition complète de dépôts marins ou de débris organiques se rapportant à cette nouvelle période d'immersion? car cette mer, occupant une si grande étendue, aurait dû nécessairement y laisser des traces de son long sé-

les reliefs adjacents à la vallée médiane du ghôr, nous ne voyons pas bien qu'il soit nécessaire d'établir une aussi grande solidarité d'origine entre la vallée principale du Jourdain et les vallées latérales. Ces dernières peuvent, en effet, avoir commencé par des fractures irrégulières et peu profondes, suite naturelle des mouvements qui ont amené la courbure des couches au milieu desquelles elles sont creusées. L'érosion séculaire des roches par les agents atmosphériques a dû faire le reste.

(1) C'est, on le voit, l'hypothèse que Russegger s'était attaché à réfuter.

(2) La présence de dépôts marins éocènes et leur liaison avec les dépôts crétacés prouvent clairement que cette région est restée encore sous les eaux pendant une fraction assez longue de la période tertiaire.

jour. Au reste, le docteur Anderson était lui-même si peu satisfait de ses hypothèses, qu'avant de les émettre il s'est empressé de déclarer qu'il n'y attachait pas une grande confiance.

Il était cependant un point qui lui paraissait bien établi, soit que l'on attribuât la formation du ghôr à une *fissure*, soit que l'on préférât la regarder comme le résultat du creusement par un courant dont la pente uniforme vers la mer Rouge aurait été interrompue dans la suite. Il mettait hors de doute, dans les deux cas, que le ghôr et quelques-uns de ses ouaddis tributaires existaient déjà longtemps avant l'époque tertiaire (1).

VIII. — *Résultats théoriques des observations de l'auteur sur la formation du bassin de la mer Morte.*

La réserve du docteur Anderson, ainsi que la diversité et le nombre des hypothèses successivement proposées pour expliquer l'origine du bassin de la mer Morte, sont choses peu faites pour nous encourager à émettre à notre tour une opinion à ce sujet. Cependant l'exploration de ce bassin, à laquelle nous avons eu l'honneur de prendre part, a été un peu plus longue et plus complète que celles qui en avaient été faites précédemment. Il nous a peut-être ainsi été donné de recueillir un plus grand nombre de faits et d'observations positives. Ce serait donc manquer à la fois à notre devoir et à la flatteuse mission qui nous avait été confiée, que de ne pas présenter, à notre tour, les idées que nous a suggérées l'étude rapide de cette intéressante dépression,

Ce n'est pas le lieu d'entrer ici dans les détails d'une description géologique des terrains qui constituent la contrée dans laquelle se trouve compris le bassin de la mer Morte. Cette description a besoin d'être accompagnée de cartes géologiques et de coupes à l'appui, ainsi que des planches consacrées aux fossiles intéressants que nous avons pu recueillir en assez grand nombre dans cette région. Elle sera l'objet d'un travail spécial dont, grâce à la bienveillance du chef de notre expédition, il me sera permis, je l'espère, d'offrir également les prémices à la Société.

Il suffira ici, pour l'intelligence de ce qui va suivre, de donner quelques rapides aperçus sur la nature et la disposition des terrains

(1) Nous ferons encore remarquer ici que la présence des terrains éocènes qui attestent la présence en ces lieux de la mer, au commencement de la période tertiaire, rapproche la date de la formation de la vallée, bien en deçà des limites assignées par le docteur Anderson.

au milieu desquels est comprise la dépression anormale qu'occupent les eaux si denses et si amères de la mer Morte.

La charpente fondamentale de la Palestine, aussi bien que celle des montagnes qui bordent le bassin du lac Asphaltite, est constituée par les terrains crétacés et les assises éocènes qui sont intimement unis par une parfaite conformité dans leur stratification et dans leur caractère pétrographiques. Vainement y chercherait-on des terrains stratifiés plus anciens et en particulier les terrains jurassiques auxquels Russegger et le docteur Anderson ont cru devoir accorder une si grande importance et rapporter un ensemble de couches qui devront probablement remonter plus haut dans l'échelle des terrains secondaires (1).

Dans les environs de la mer Morte, on ne voit pas affleurer les assises inférieures du terrain crétacé, c'est-à-dire les calcaires néocomiens du Liban et de l'anti-Liban que recouvrent, dans cette dernière contrée, les grès ferrugineux où l'on a exploité des lignites.

Dans le bassin du lac Asphaltite, ces grès ferrugineux, et quelquefois feldspathiques, toujours dépourvus de fossiles et d'une puissance considérable, constituent les couches crétacées les plus anciennes qui aient été mises au jour. Ils n'apparaissent que du côté oriental du bassin, au pied des chaînes arabiques. Ils forment là une série à peu près continue et rectiligne d'affleurements dirigés sensiblement du Nord au Sud, depuis la vallée moyenne du Jourdain jusqu'au mont Hor, près du partage des eaux de l'Arabah.

Ces grès, ou *grès de Nubie*, sont recouverts par les couches du terrain crétacé moyen si riches en Oursins et en Exogyres; on y

(1) Il est bien vrai qu'à la limite septentrionale du bassin, au pied de Jebel el Scheikh, l'un des sommets de l'anti-Liban, et sur la pente raide et difficile qui mène au château de Banias, nous avons recueilli des Oursins mal conservés, dans lesquels M. Cotteau, dont l'autorité en cette matière est si justement établie, a pu néanmoins reconnaître le genre *Collyrites*.

Ces Oursins se rapprocheraient spécifiquement du *Collyrites bicordata* (Desmoulins) qui caractérise, en France, la base de l'étage corallien.

Mais nous ferons ici remarquer que le genre *Collyrites*, que l'on croyait cantonné dans les couches jurassiques, a été récemment découvert par M. Coquand, dans les assises néocomiennes de la province de Constantine.

retrouve la même association de fossiles qu'en Égypte et en Algérie (1).

Ces dernières couches se trouvent, à leur tour, surmontées par la craie supérieure et les calcaires éocènes. Ceux-ci passent insensiblement aux assises crétacées et renferment abondamment des Nummulites en certains points, tels, par exemple, que Sebastich (Samarie), et au mont Garizim, près Naplouse (2).

C'est à la partie supérieure des calcaires crétacés que l'on rencontre les bancs gypseux salifères et bitumineux des bords de la mer Morte, et notamment les couches puissantes de sel et de gypse de Jebel Usdom et de Zouweirah-el-Foka (3).

Au même niveau, l'on peut suivre aussi, depuis la mer Morte jusqu'à l'anti-Liban, et souvent au milieu des calcaires bitumineux, des bancs riches en débris de poissons et qui ne sont probablement que la continuation des marnes à poissons depuis si longtemps célèbres, du Liban (4).

(1) C'est à ces couches qu'il faut rapporter les *calcaires dolomitiques* et les *calcaires à Cidaris* que Russegger considérait comme jurassiques. Ce géologue aura voulu indiquer, par la dernière de ces dénominations, la fréquence en certains points, dans les couches crétacées, d'Oursins tels que l'*Hetero diadema Lybicum*, de l'*Holcotypus serialis* et d'un assez grand nombre d'*Hemiaster*, que nous avons en effet recueillis dans les localités mêmes où Russegger a décrit ce *calcaire à Cidaris*.

(2) Nous avons trouvé d'autres gisements encore plus riches en Nummulites au sud du partage des eaux de l'Arabah au ouaddi Gharundel. M. Gaillardot avait déjà signalé la présence des Nummulites sur les côtes de la Phénicie, près de Saïda (Sidon) (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XIII, p. 538). Quelques années auparavant, le docteur Anderson avait découvert à Arbey des Nummulites dont M. Conrad a donné une figure et qu'il a nommées *Nummulites arbyensis*. (*Of report*, p. 227, pl. XXII, fig. 426, 1852.)

(3) C'est à peu près vers ce même niveau que se trouvent en Algérie les bancs de sel et de gypse, si puissants en quelques endroits qu'ils ont reçu des indigènes, là comme sur les bords de la mer Morte, le nom de *Montagne de sel*.

Les bancs salifères de l'Arménie et de la Perse paraissent se trouver également à des niveaux fort voisins.

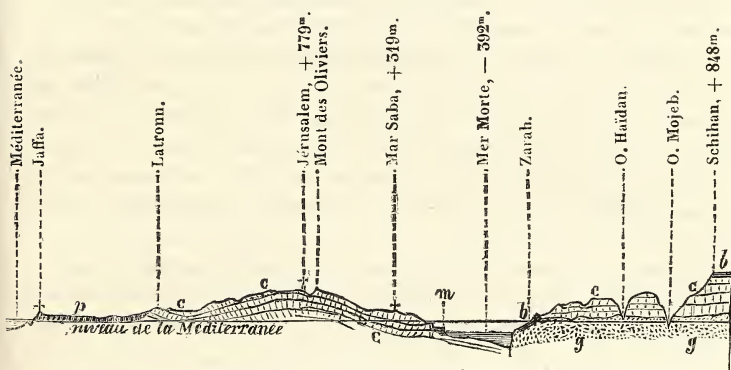
(4) Les fossiles avec lesquels ces débris de poissons sont quelquefois mêlés en Palestine, semblent favoriser ce rapprochement, car ils appartiennent aux couches supérieures du terrain crétacé, auxquelles Russegger rapporte les calcaires à poissons de Sahel-Alma. Ce rapprochement a été confirmé par les études paléontologiques de M. Pictet

Considérés dans leur ensemble et d'une manière générale, ces terrains de l'un et de l'autre côté du bassin qui nous occupe, offrent une disposition assez simple.

Les couches s'élèvent peu à peu des bords de la Méditerranée, pour former la ride montagneuse de Juda qui se continue jusqu'au Liban par les collines de la Galilée. Ces couches s'inclinent ensuite plus fortement et quelquefois après plusieurs ressauts, en sens inverse dans la direction de la mer Morte, sur le bord opposé de laquelle apparaissent les grès de Nubie et autres assises crétacées plus anciennes que celles qui bordent son rivage occidental (1).

Cette disposition des couches peut être indiquée par la coupe suivante allant de Jaffa à Schihan, à travers la chaîne de Juda, la mer Morte et les hauts plateaux de Moab.

Coupe du bassin de la mer Morte et des chaînes qui l'avoisinent de Jaffa à Schihan.



p — Grès de Nubie.
c — Calcaires crétacés.
m — Anciens dépôts de la mer Morte.

b — Basalte.
p — Plages soulevées (sables à Pétoncles).

A part des ondulations locales de peu d'importance, les terrains crétacés et éocènes qui constituent la plate-forme orientale, sont

sur les poissons fossiles du Liban (*Mém. de la Soc. de physiq. et d'hist. nat. de Genève*, t. XII, p. 292).

Il y aurait d'ailleurs peut-être à distinguer, avec Russegger et quelques autres auteurs, deux niveaux de bancs à poissons : dans le Liban, ceux de Hackel pouvant correspondre à un niveau supérieur à celui de Sahel-Alma et appartenir à la période tertiaire.

(1) D'un côté à l'autre, les couches du littoral offrent des dis-

très-peu inclinés et se rapprochent en général de la position horizontale. Cependant dans le voisinage immédiat du ghôr ou de la mer Morte, ils prennent parfois, tout à coup, une inclinaison assez prononcée vers la dépression. Cette disposition accidentelle est particulièrement manifeste au ouaddi ed Drâh, où celle-ci amène la rupture des couches, au point d'inflexion.

La disposition de ces couches des deux côtés de la vallée du Jourdain, dont la direction rectiligne a frappé tous les esprits, se prête donc bien à l'idée de l'existence d'une grande ligne de fracture au milieu des terrains qui constituent le sol de cette contrée. En effet, loin de se correspondre d'une rive à l'autre, les falaises occidentales et orientales n'appartiennent pas au même niveau géologique. Bien plus, tout porte à croire que s'il était possible d'observer la continuation, sous les eaux de la mer Morte, des assises de la plate-forme orientale, on pourrait reconnaître qu'au fond du lac le rejet des couches est encore plus accentué (1). Nous avons déjà dit que les terrains qui constituent les montagnes de Juda plongeaient en général vers la mer Morte : la forme du fond du lac déduite des sondages du lieutenant Lynch (2) nous montre que du côté occidental la pente est assez faible et paraît en rapport avec le plongement des couches du versant oriental des monts de Juda. Du côté oriental, le fond de la mer Morte, au contraire, est taillé presque à pic, de telle sorte que la section transversale au grand axe de ce lac se rapprocherait de la forme d'un triangle rectangle. Les couches crétacées suivraient, à peu près, sous les eaux l'hypothénuse de ce triangle rectangle jusqu'à leur rencontre avec les assises plus anciennes du bord oriental, taillée presque verticalement suivant le plus petit côté de l'angle

semblances très-frappantes pour l'observateur même le moins versé dans l'étude de la géologie. Tandis que le bas des falaises occidentales est taillé dans les bancs d'un calcaire dolomitique gris et cristallin, celles de la rive orientale doivent leur aspect si pittoresque à de puissantes assises de grès de Nubie, bigarré de couleurs aussi vives que variées. C'est au milieu de ces grès que les ouaddis se frayent un passage, débouchant parfois à la mer Morte par de gigantesques et imposantes entailles dans ces grès rouges, comme cela a lieu, par exemple, pour le ouaddi Moheb et le ouaddi Zerka-Maïn.

(1) Si ces prévisions étaient justes, le rejet réel des couches, au fond du lac, devrait excéder le rejet apparent des deux falaises d'au moins 300 mètres.

(2) Ces sondages ont été vérifiés avec soin par M. Vignes, notre compagnon de voyage, qui s'est assuré de leur exactitude.

droit. Il y aurait donc là une disposition assez analogue à celle qui s'observe sur le bord des failles, et l'ancienne hypothèse d'Hitchcock est encore celle qui rendrait le compte le plus satisfaisant des faits.

La direction de l'axe de la mer Morte ne fait pas, il est vrai, rigoureusement suite à celle de la vallée du Jourdain. Néanmoins le fond de cette mer intérieure présente une particularité orographique qui vient à l'appui de l'hypothèse précitée. Si l'on essaye, en se servant des sondages du lieutenant Lynch, de tracer successivement les courbes de niveau du fond du lac, on arrive, comme dernier terme, à une ellipse extrêmement allongée et comprise entre le ouaddi Zerkamaïn et le ouaddi Moheb, qui représente ainsi la profondeur maximum du bassin. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que le grand axe de cette ellipse vient exactement former la prolongation de celui de la vallée du Jourdain. Vers la partie méridionale du bassin, nous voyons également l'alignement des falaises de grès, se séparer un peu de la direction générale du ouaddi Arabah qui s'infléchit légèrement vers l'ouest. Cet alignement N.-S. est jalonné depuis le mont Hor jusqu'au ghôr est Safieh, à l'extrémité S.-E. de la mer Morte, par des bandes de porphyres feldspathiques s'allongeant suivant cette même direction.

Un bon nombre des tremblements de terre qui ont désolé pendant si longtemps la Syrie, ont suivi cette même ligne que marquent également des sources minérales et thermales ainsi que des émanations bitumineuses.

De sorte que si une pareille disposition ne peut être rigoureusement identifiée avec celle des failles ordinaires, les indices que nous venons de signaler tendent au moins à établir qu'à des temps fort éloignés de nous, il s'est produit dans le sol de cette région, une grande fracture à peu près dirigée du Nord au Sud. En outre, il est à croire que bien avant le dépôt des terrains crétacés, cette fracture avait commencé à se manifester dans la portion sud du bassin. Les porphyres, dont l'éruption fut antérieure au dépôt des terrains de craie, comme nous l'avons vu plus haut, en profitèrent sans doute pour venir au jour. C'est au moins ce que semblent révéler la disposition et l'alignement de ces roches éruptives. Plus tard, les mouvements qui donnèrent lieu à l'émergence du fond de mer, correspondant à la Syrie et à l'Arabie Pétrée, ont pu à la fin accroître vers le Nord cette immense fracture et déterminer en même temps la formation des chaînes de montagnes qui l'avoisinent.

Grâce au jeu inégal des voussoirs ainsi disjoints de cette partie

de l'écorce terrestre, et sous l'empire de ces mouvements, il a pu se produire alors des dénivellations assez marquées dans les assises crétacées correspondantes des deux côtés de la ligne de rupture. Le versant oriental de la chaîne montagneuse de Juda a dû éprouver un mouvement considérable de descente, le long de la ligne de dislocation de façon à donner naissance au sillon déprimé qui sépare la Palestine méditerranéenne des plateaux menant aux déserts de l'Arabie.

Cette hypothèse serait assez bien justifiée par la forte inclinaison du versant oriental des monts de Juda, la forme du fond de la mer Morte et le rejet des couches des deux côtés de la dépression.

Nous croyons donc devoir nous arrêter à cette explication qui nous paraît rendre meilleur compte que tout autre de l'ensemble des faits qu'offre l'étude de cette intéressante région.

IX. — *De la formation du lac et des variations successives de son niveau.*

Après avoir ainsi cherché à découvrir le mode de formation du bassin de la mer Morte, il reste à examiner la question de la dépression du niveau du lac lui-même par rapport à celui de l'Océan. Cette question est en effet, ainsi que l'a si justement fait remarquer le docteur Anderson, complètement indépendante de celle qui a trait à la dépression du fond du bassin qui le renferme.

Il résulte de ce qui précède, que les terrains crétacés et éocènes dont l'émergence et l'exhaussement n'a dû se faire qu'après le commencement de la période tertiaire, limitent de toute part le bassin de la mer Morte. Ce sont les dernières formations marines que l'on retrouve dans ce bassin, qui dès l'exondation de cette contrée, n'a dû être soumis qu'à l'influence des agents atmosphériques.

Les eaux pluviales commencèrent, sans doute, à creuser les ouaddis actuels en apportant en même temps, au fond de la dépression, les sédiments enlevés par elles aux roches voisines. Elles achevèrent de donner au pays les traits principaux de sa physiologie actuelle.

C'est surtout dans les environs de la mer Morte que plongent le plus fortement les couches des pentes orientales des monts de Juda. Ce fut donc là que les eaux durent s'accumuler tout d'abord, donnant ainsi naissance à un lac, peut-être d'eau douce dans le principe, mais qui dut devenir promptement salé à cause du voisinage des dépôts salifères que nous avons mentionnés plus haut.

Ce lac tertiaire, dont l'extension dut être constamment réglée par l'évaporation, était le réceptacle unique des eaux du bassin ; les eaux disparaissant sans cesse et abandonnant au bassin les sels dont elles étaient chargées, le lac a pu ainsi acquérir, depuis cette période reculée, un degré de salure tout à fait exceptionnel (1). En admettant que le lac s'est ainsi formé, on peut se demander si, dans un accroissement limité seulement par les conditions d'équilibre entre l'alimentation atmosphérique et l'évaporation, sa surface s'est arrêtée à ses limites actuelles ; s'il n'a pas anciennement occupé une plus vaste étendue ou si, au contraire, il n'existait à l'origine qu'à un état rudimentaire dont les bancs de sel de Jebel-Esdum nous auraient conservé la trace (2) ?

Il n'est pas besoin de faire ressortir ici l'importance de ce problème, dont la solution peut nous révéler la nature du climat de cette région à une époque très-ancienne et nous indiquer, par cela même, les changements qu'il a dû subir depuis lors. S'il est prouvé, comme nous avons cherché à l'établir, que la mer Morte a toujours été un bassin fermé, sans communication avec l'Océan, il est clair que l'altitude de son niveau aura dû être constamment la manifestation sensible du rapport existant entre la précipitation atmosphérique et l'évaporation. Ce niveau aura donc dû être plus

(1) Le docteur Anderson a paru croire que la richesse en magnésie des calcaires dolomitiques et des basaltes avaient dû exercer un puissant effet sur la concentration des eaux du lac. Nous ne contesterons pas la possibilité d'une telle influence de la part des calcaires dolomitiques, si répandus dans le bassin et sur les bords mêmes de la mer Morte. Quant à l'influence qu'avait pu exercer la forte proportion de magnésie qui entre dans la composition des basaltes, nous ferons remarquer qu'avant leur éruption les eaux de la mer Morte devaient être déjà riches en magnésie, si l'on en juge d'après leurs anciens dépôts. Les bancs gypseux et salifères ont dû exercer l'action la plus puissante sur l'accroissement de salure de la mer Morte ; comme aussi les sources thermales et minérales dont la plupart ne sont plus représentées aujourd'hui que par les incrustations auxquelles elles ont donné lieu. Tout porte à penser que ces sources ont été autrefois plus nombreuses et plus actives. L'une d'elles, celle d'Emmaüs, contiendrait encore, d'après les analyses du docteur Anderson, du brome, et cela tendrait à faire attribuer à de pareils faits l'énorme proportion de cette substance que renferment les eaux de la mer Morte.

(2) Afin d'écarter tout de suite cette dernière supposition, nous renverrons à ce qu'en a dit M. d'Archiac et nous ajouterons que ces bancs de sel sont interstratifiés au milieu des couches placées à la limite supérieure des terrains crétacés, terrains qui ont été déposés au fond de l'Océan bien avant l'émersion de la Palestine.

haut ou plus bas suivant la prédominance des effets de l'une ou de l'autre de ces deux causes, relativement à l'action qu'elles exercent aujourd'hui. Ainsi le niveau de la mer Morte, constamment lié aux conditions atmosphériques, a dû les suivre dans leur variation et nous laisser aussi des traces de ses anciennes positions. Ces traces sont autant d'indications précieuses à consulter, lorsqu'on veut connaître l'état climatologique du bassin à des époques bien antérieures à la nôtre.

Les lacs isolés des continents peuvent, en effet, être considérés comme des instruments séculaires mis par la nature à la disposition de ceux qui lui demandent le secret du passé, et qui cherchent ainsi à se rendre compte des phénomènes anciens, pour lesquels l'observation directe fait défaut. Ces grands réservoirs sont, en quelque sorte, de vastes *udomètres*, mais des udomètres qui nous donnent un *rapport* entre la quantité d'eau tombée et la quantité d'eau évaporée. Ils ne nous laissent pas, à la vérité, d'indications minima, mais ils nous donnent, pour des époques bien antérieures à la nôtre, des *maxima* dont la valeur ne saurait être contestée. Ces *maxima*, marqués par les plus élevés des sédiments que laisse successivement déposer le lac en montant, offrent, sur les indices de nos instruments météorologiques, l'avantage bien précieux de pouvoir révéler en même temps la nature des eaux du lac à l'époque où elles ont atteint ces élévations extrêmes.

X. — *Des anciens dépôts de la mer Morte.*

Ce sont des traces de ce genre que l'on peut observer autour de la mer Morte, fort loin au nord et au sud des limites actuelles de ce lac (1).

Elles consistent en dépôts marneux et arénacés qui paraissent constituer à eux seuls la majeure partie de la petite presqu'île de la Liçan. C'est pourquoi, pour fixer les idées, nous les désignerons souvent sous le nom de *dépôts de la Liçan*, bien qu'ils n'atteignent pas en cet endroit leur maximum de développement. Ces sédi-

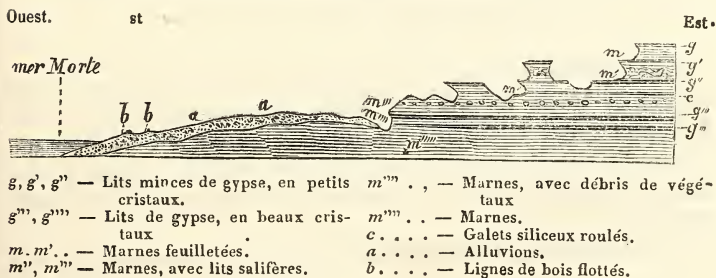
(1) Il n'est pas question ici des lignes de bois flotté observées depuis si longtemps autour de la mer Morte et à des altitudes très-faibles au-dessus du niveau moyen de ce lac, non plus que des traces laissées sur les rochers par des crues provenant de saisons exceptionnellement pluvieuses. Ces indices très-récents se rapportent probablement à des oscillations dans le niveau actuel du lac qui doit varier constamment entre des limites très-restreintes si on les compare aux changements considérables qu'il a dû subir anciennement.

ments se présentent en général sous la forme d'innombrables feuillets de marnes d'un gris clair, alternant avec des couches extrêmement minces, de couleur et quelquefois de nature toute différente, et souvent exclusivement composées de substances salines telles par exemple que du gypse lenticulaire ou des argiles salifères.

Toute la masse se compose, d'ordinaire, de lits dont l'épaisseur n'excède pas 1 à 2 décimètres et donnant aux sections, par la diversité de leurs nuances, un aspect rubanné qui fait tout d'abord reconnaître ces dépôts. Quelquefois comme sur le bord occidental de la Liçan, les lits de gypse, assez épais sont composés de grands cristaux hémitropes offrant dans leur clivage la forme dite en *fer de lance* si commune dans les marnes lacustres gypsifères de l'éocène parisien. Les dépôts de la Liçan rappellent au reste à s'y méprendre les marnes feuilletées que cet étage parisien renferme à la partie supérieure. Ces terrains étant peu cohérents, les eaux les ont découpés dans tous les sens, de façon à leur donner parfois des formes étranges et pittoresques, dont tous les voyageurs ont été frappés et qui les a fait comparer tantôt à des cités détruites, souvent aussi à des forteresses démantelées, d'autres fois à des camps.

La coupe suivante, prise sur la plage qui s'étend devant le Ouaddi-Seyal, sur le bord occidental de la mer Morte, où ces dépôts sont très-découpés, donnera une idée de leurs formes en même temps que de la disposition des lits qui les composent.

*Coupe des anciens dépôts de la mer Morte, prise sur la plage
qui s'étend à l'entrée du Ouaddi-Seyal, en face de la Lican.*

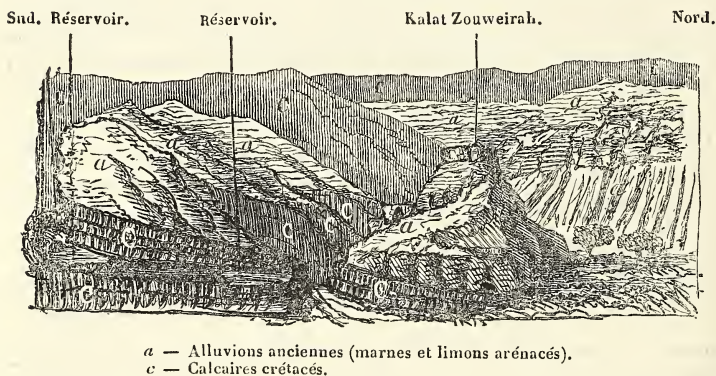


Si l'on joint à la puissance, en quelques points fort considérable de ces dépôts, le nombre infini de lits de natures diverses dont ils sont composés, on arrive bien vite à l'idée qu'il a dû s'écouler

un espace de temps très-long avant que le dépôt n'ait été effectué complètement.

Au voisinage de l'axe synclinal du bassin, ces couches présentent dans leur aspect et dans leur composition une remarquable uniformité, mais à mesure que l'on se rapproche des bords de ce bassin, ils offrent, intercalés en plus grand nombre, des lits de cailloux et de graviers empruntés pour la plupart aux terrains crétacés et surtout aux bancs nombreux de silex qui les couronnent. Ils paraissent même se lier insensiblement aux alluvions anciennes (1) des ouaddis devenant de plus en plus arénacés et caillouteux et de moins en moins salés et gypsifères à mesure qu'on les accompagne jusqu'au débouché de ces vallées.

Vue des dépôts arénacés, plaqués sur des calcaires crétacés et qui constituent le passage entre les dépôts de la Liçan et les alluvions des ouaddis, sur lesquels sont assises les ruines de Zouweirah et Tahta.



Les dépôts de la Liçan s'observent sur tout le littoral occidental de la mer Morte, adossés aux falaises, par exemple, à Aïn-Feschkab, au Ouaddi-Mrabba, à Aïn-Jidy, et surtout sur la plage qui s'étend du ouaddi Seyal au sud de Sebbeh (Masada). On les retrouve encore dans les environs du ouaddi Zouweirah et de Jebel-Udom.

Au sud du lac, ils constituent en grande partie cette ligne ar-

(1) Ces alluvions anciennes sont adossées aux parois des ouaddis et constituent d'immenses accumulations de graviers, de sables et de limon, rappelant par leur aspect les dépôts quaternaires de nos vallées européennes.

quée d'anciennes falaises qui limitent la plaine marécageuse dite de la Sabkah. Ils s'étendent de là, assez loin au sud, dans le ouaddi-Arabah. Les entailles considérables au fond desquelles coulent le ouaddi el Jeib et quelques autres affluents méridionaux de la mer Morte, montrent des coupes fort intéressantes de ces dépôts, offrant à la base des lits de graviers parmi lesquels on reconnaît souvent des débris de porphyre feldspathiques, surmontés de marnes et d'alluvions gypsifères.

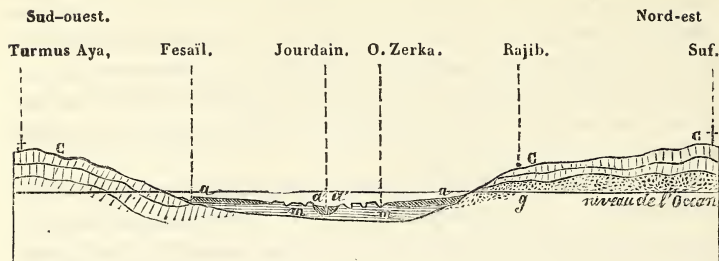
À l'est du lac Asphaltite, on trouve moins de représentants de ces terrains, ce qui est probablement dû à la disposition des escarpements abruptes qui constituent les falaises orientales. Ils n'y sont représentés que par quelques rares lambeaux, accrochés aux accidents de terrain. C'est surtout dans la presqu'île de la Liçan qu'ils prennent un développement un peu important.

Au nord de la mer Morte, ces terrains acquièrent une grande extension. Ils s'étalent dans la vallée de chaque côté du Jourdain. Ce fleuve, ainsi que le ouaddi Jeib et les divers affluents du bassin, a creusé son lit et déposé ses alluvions au milieu de ces dépôts (1).

On peut suivre ces terrains, conservant partout dans leurs caractères extérieurs une constance remarquable, fort loin, au nord. Nous les avons observés près du Jourdain, en face des débouchés, dans le ghôr de la vallée du Zerka. Là, ces dépôts atteignent une élévation d'environ 400 mètres au moins au-dessus du niveau de la mer Morte. Ils se montrent en cet endroit avec une épaisseur qui donne à penser qu'ils doivent se prolonger plus au nord.

(1) Le Jourdain et les autres affluents de la mer Morte ne sont point aujourd'hui en contact avec ces dépôts gypseux et salifères. Ils coulent au milieu d'un limon jaunâtre, qui entretient la végétation la plus luxuriante, tandis que les dépôts blanchâtres de la Liçan ne sont recouverts que de quelques arbustes épineux ou de quelques plantes, salées elles-mêmes. Le limon du Jourdain provient des terrains que ces affluents ont traversés avant de se jeter dans le Ghôr. Ils l'ont ensuite déposé au fond des entailles où leur lit primitif fut creusé et c'est l'interposition de ce limon qui contribue à conserver la pureté de leurs eaux, les préservant du contact des marnes gypseuses et salées. Grâce à la sécheresse de la vallée du Jourdain, ces eaux ne reçoivent qu'une proportion extrêmement faible des sels répandus dans ces anciens dépôts, et arrivent pour la plupart à la mer Morte, presque aussi douces qu'elles l'étaient lorsqu'elles sont descendues des hauteurs qui entourent le bassin.

Coupe de la vallée du Jourdain de Turmus Aya à Suf.



- g — Grès de Nubie.
 c — Calcaires crétacés à *Hemiaster Fourneli*.
 m — Anciens dépôts de la mer Morte.
 a — Alluvions.
 a' — Limon des bords du Jourdain.

N'ayant pas parcouru la portion de la vallée comprise entre ce point et le lac Tibériade, il nous a été impossible de vérifier si ces dépôts atteignaient le voisinage de cette nappe d'eau. Sur le rivage méridional de ce dernier lac, on retrouve bien, il est vrai, des marnes grises en lits très-minces et d'aspect tout à fait analogue à celles qui constituent les dépôts que nous venons de décrire, mais ces marnes qui se présentent là, entaillées sur une épaisseur de 5 à 6 mètres, ne paraissent renfermer ni gypse ni matière saline (1).

Comme elles ont là une élévation de plus de 200 mètres au-dessus du niveau de la mer Morte, il faudrait que la continuité de ces marnes avec les sédiments précités fût parfaitement établie pour pouvoir admettre que les eaux, au fond desquelles se sont effectués les *dépôts de la Liçan*, se sont jamais étendues jusqu'au lac de Tibériade.

Malgré de nombreuses et minutieuses recherches, nous n'avons pu découvrir, dans les *dépôts de la Liçan*, aucun vestige d'être organisé; à l'exception de quelques empreintes végétales trouvées à l'entrée du ouaddi Seyal, dans une couche de marne de 0^m,1 d'épaisseur, intercalée entre deux bancs de gypse, nous

(1) Ce dernier fait pourrait s'expliquer même en supposant que les couches sont la continuation des dépôts de la Liçan. Il suffirait d'admettre qu'elles ont été déposées près de l'embouchure d'un cours d'eau septentrional se déchargeant à l'extrémité nord de l'ancien lac. Quoi qu'il en soit, ces marnes du lac Tibériade sont d'un dépôt ancien, puisqu'on n'y trouve point de débris basaltiques dont le sol et le fond du lac sont couverts.

n'avons recueilli aucun indice de vie au milieu de ces singuliers terrains (1).

Cet ensemble de couches régulièrement stratifiées est remarquable par la minceur des assises qui le composent ainsi que par le nombre de lits salés et gypsifères qu'il renferme. Ce mode de sédimentation offre beaucoup d'analogie avec ce qui se passe aujourd'hui au fond de la mer Morte, si l'on en juge par le sol de la Sabkah et par les spécimens que la sonde rapporte du fond du lac. Ces derniers se composent, en général, de marnes et d'argiles contenant des cristaux de sel et des cristaux de gypse en petites lentilles analogues à celles qui sont disséminées au milieu des dépôts de la *Liçan* (2).

Pour expliquer la formation des dépôts de la *Liçan*, on est ainsi conduit à admettre qu'à une époque ancienne le niveau du lac était beaucoup plus élevé qu'il ne l'est aujourd'hui, que ses eaux devaient être alors très-salées et d'une nature probablement déjà incompatible avec le développement de toute vie animale, ainsi que semblerait le démontrer l'absence de débris d'êtres organisés au milieu de ces dépôts. De telles eaux ont pu déposer ces sédiments gypseux et salifères, si semblables aux dépôts contemporains de la mer Morte.

L'absence de tout débris de roches basaltiques (3) et de lits

(1) Il n'est pas rare de rencontrer à la surface de ces dépôts et mêlés avec la couche la plus superficielle, des *Mélanopsides*, des *Mélanies* quelquefois décolorés et paraissant fossiles au premier aspect. Mais on ne rencontre jamais ces mollusques engagés dans les assises non remaniées, et un examen attentif permet, dans la majorité des cas, de retrouver les ruisseaux et bassins desséchés ou les sources taries dans lesquels ces mollusques ont vécu autrefois.

(2) Les cristaux de gypse ont été rapportés du fond, engagés dans une argile d'un gris bleuâtre renfermant, disséminés, de nombreux cristaux cubiques de sel, à la suite d'un sondage effectué par M. Vignes entre aïn Ghuweir et le ouaddi Zerka-Maïn. On pourrait objecter que ces cristaux de gypse peuvent provenir de l'érosion des *dépôts de la Liçan* qui en contiennent des quantités si considérables. Néanmoins, la disposition de ces cristaux dans l'argile qui les renferme et la fraîcheur de leurs arêtes porteraient à croire qu'ils sont de formation contemporaine.

(3) Malgré de nombreuses recherches, nous n'avons jamais trouvé de débris basaltiques dans les *dépôts de la Liçan*. On rencontre des fragments de scories sur les plages de la mer Morte, même sur la rive occidentale où il n'y a pas eu d'éruption volcanique. Mais ces scories légères ont dû souvent être transportées là par les eaux. Il faut d'ailleurs se mettre en garde contre les inductions hâtives que l'on pourrait

bitumineux (1) au milieu de ces sédiments tend à prouver que ces couches se sont formées avant les éruptions volcaniques dont les déjections sont répandues si abondamment dans beaucoup de points de la vallée du Jourdain. Pour la même raison, on est fondé à croire que leur dépôt s'est effectué également avant la sortie des produits bitumineux que l'histoire ancienne nous dit avoir été si considérable dans le sein même du lac Asphaltite.

Il s'est ainsi écoulé depuis le dépôt de ces terrains un laps de temps très-considérable. Dans cet intervalle, le niveau des eaux s'est abaissé, les rivières ont creusé leur lit dans la vallée, au milieu de ces dépôts nouvellement exondés. En même temps, les phénomènes volcaniques, dont l'action s'est exercée sur une si vaste échelle à l'est du bassin, ont eu le temps de prendre naissance, d'acquérir le développement important qu'attestent le massif du Hauran, ainsi que les plateaux du Jaulau, et de s'éteindre, probablement avant la venue dans ces contrées de l'un des peuples auxquels nous devons nos traditions les plus anciennes.

Ces éruptions volcaniques, comme celles du Vivarais et de la Catalogne, paraissent n'avoir produit sur la configuration du pays, que des modifications peu importantes principalement dues à l'accumulation, en quelques points assez considérables, de la lave dont les derniers épanchements ont dû se rapprocher beaucoup de notre époque (2).

tirer de la présence en cet endroit de fragments de basaltes scoriacés. Ce basalte a été de tout temps employé, dans ces contrées, pour moudre le grain. On exporte encore de Syrie des meules en basalte scoriacées, provenant de Tibériade et du Hauran.

(1) Au ouaddi Mahaouat dont M. le Rév. Tristram, qui l'avait exploré avant nous, avait bien voulu nous signaler l'intérêt, le bitume imprègne, il est vrai, les alluvions anciennes contemporaines sans doute de ces dépôts, mais c'est par un effet de suintement des roches crétacées sous-jacentes dont les fentes laissent échapper constamment le bitume qui retombe en formant de véritables stalactites. Ce phénomène paraît donc ici très-moderne, et il est probable que lorsque ces alluvions ont été déposées, les émanations bitumineuses n'avaient point encore acquis l'importance que l'histoire leur a attribuée, ou même n'avait pas encore pris naissance : car, sans cela, les dépôts de la Liçan en auraient sans doute conservé quelques vestiges.

(2) Il y a probablement eu en Syrie, comme en Auvergne et dans la Katakekaumène, plusieurs âges d'éruption de ces roches pyroxéniques. Il paraît naturel de considérer les nappes de basalte noir et compacte des plateaux de Moab et d'Ammon comme plus anciens que les laves doléritiques qui suivent plus souvent le lit des cours d'eau actuels.

XI. — *Causes probables de la dépression actuelle du niveau des eaux de la mer Morte.*

L'abaissement du niveau des eaux de la mer Morte est le changement le plus remarquable qui se soit effectué dans la contrée depuis l'époque du dépôt des marnes de la Liçan. Ce changement semble accuser une modification profonde dans l'état climatologique de ces régions asiatiques.

L'abaissement du niveau des eaux indique, en effet, clairement qu'il arrivait auparavant plus d'eau à la mer Morte que de nos jours, ou bien qu'elle en perdait moins par l'évaporation.

C'est donc à l'étude des ouaddis, ces canaux chargés de pourvoir à l'alimentation du lac, que l'on doit demander de rendre compte de l'importance relative de ces deux influences, dans les changements survenus, depuis cette époque, dans son niveau. Ces cours d'eau, dont le plus grand nombre est aujourd'hui à sec pendant la majeure partie de l'année, et dont certains ne sont alimentés dès le printemps que par des sources, offrent dans leur volume une disproportion frappante avec les profondes entailles au fond desquelles ils coulent. Pour se rendre compte de la formation de ces dernières, ainsi que des accumulations considérables d'alluvions anciennes, adossées à leurs parois, on est forcé de recourir à l'idée du passage continu et séculaire d'anciens courants beaucoup plus importants. Si l'on réfléchissait à la quantité d'eau qu'ont pu déverser dans la mer Morte, ces anciens cours d'eau, lorsqu'ils étaient en harmonie avec les proportions de leurs ouaddis, on s'expliquerait, sans doute, alors, que le lac ait pu atteindre un niveau plus élevé. On conçoit aussi que si, depuis cette époque, les influences atmosphériques favorables à cette surélévation de niveau ont diminué, ainsi que semble l'attester l'état actuel des cours d'eau, l'effet de ce changement aura dû naturellement se traduire par un abaissement dans le niveau de la mer Morte.

Cette diminution dans la précipitation atmosphérique, et par suite dans le régime des cours d'eau en Syrie, paraît d'ailleurs s'accorder assez bien avec ce que l'on observe dans nos vallées européennes, et avec les données que nous possédons aujourd'hui sur l'état climatologique de notre hémisphère vers la fin de la période tertiaire, et au commencement de la période quaternaire.

A une époque où il est généralement admis que les principales

montagnes de l'Europe étaient couvertes de glaciers, et où les mers qui baignent les côtes de Sicile auraient vu se développer, dans leur sein, des animaux d'un caractère arctique, la température devait être, dans ces régions, moins élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui. Y aurait-il donc lieu de s'étonner, qu'à cette même époque, le climat de la Syrie ait eu sa part de ce refroidissement général?

D'après les observations récentes d'un savant distingué, le docteur D. Hooker, le Liban conserverait des traces apparentes d'un ancien et important développement de glaciers, et leurs moraines seraient descendues jusqu'à 1200 mètres au-dessous des plus hauts sommets de cette chaîne de montagnes qui ne sont même plus aujourd'hui le siège des neiges perpétuelles (1).

Les cèdres, ces derniers représentants d'une flore ancienne correspondant à un climat plus froid, persistent encore dans leur développement multiséculaire, au milieu des moraines de ces anciens glaciers, près desquels leurs ancêtres ont sans doute vécu en plus grand nombre et à de moindres altitudes.

Si donc le Liban fut, à une époque, couvert de glaces permanentes, on est bien forcé de reconnaître qu'alors le climat de la Palestine devait favoriser un accroissement dans le régime des

(1) *Natural history Review*, n° 5, janv. 1862, p. II. Les moraines découvertes dans le Liban par M. Hooker, et que M. Lyell (*Antiquity of man*, chap. xv, p. 323) n'hésite pas à classer parmi les dépôts erratiques de la première période glaciaire, ne correspondraient-elles pas aux poudingues calcaires depuis longtemps décrits par Botta? (*Mém. de la Soc. géol. de France*, p. 158).

Russegger a également signalé, dans la vallée de l'Orontes, l'existence de ces mêmes bancs étagés de poudingues à ciment calcaire très-peu consistant, dont l'allure anormale l'avait frappé, et qu'il considérait comme diluviens.

La ville de Damas est bâtie sur une roche toute semblable. On en rencontre encore des analogues aux pieds de l'Anti-Liban et sur le bord oriental du lac Tibériade. Partout ces poudingues se font remarquer par l'absence de galets basaltiques parmi leurs éléments, même dans les contrées où le basalte est le plus répandu à la surface. Ce fait établit leur ancienneté. Nous n'avons jamais observé de galets striés ou d'autres traces de l'action glaciaire au milieu de ces dépôts. Nous nous bornerons, à propos de ces terrains, à appeler l'attention des explorateurs futurs sur un poudingue peu consistant suspendu aux crêtes et aux flancs escarpés des montagnes qui environnent le mont Hor, près de Petra. L'épaisseur totale de ces dépôts étagés doit atteindre 100 mètres, et ils sont disposés suivant une bande alignée du sud au nord.

ouaddis, et ne permettre à l'évaporation qu'une action très-faible comparativement à celle qu'elle exerce aujourd'hui sur les eaux du bassin de la mer Morte.

Ces deux modifications inverses dans les influences qui règlent le niveau du lac, agissant toutes deux dans le même sens, ont pu suffire pour amener à la longue une élévation considérable de la surface. Ces modifications venant à disparaître, il devait en résulter un abaissement des eaux du lac.

Il serait d'ailleurs aisé d'entrevoir la possibilité d'effets secondaires dus à des agents d'un tout autre ordre sur cet abaissement du niveau de la mer Morte. En effet, il se pourrait que les coulées basaltiques considérables qui, vers le nord du bassin, se sont épanchées jusque dans la vallée du Jourdain, aient détourné ou arrêté quelques-uns des affluents septentrionaux du lac Asphaltite (1). Elles ont même pu produire, dans les environs du Bahr-el-Houleh et du lac Tibériade, des barrages analogues à ceux qui, dans l'Auvergne et le Katakekaumène, ont interrompu l'écoulement régulier des eaux et donné lieu à la formation de lacs (2).

De tels effets ont pu assurément être produits par les coulées de lave comme celles de Banias, ou encore comme les épanchements qui, entre le Bahr-el-Houleh et le lac Tibériade, ont obstrué la vallée et resserré le Jourdain de façon à ne lui permettre de s'échapper que par un étroit défilé. De sorte que les éruptions basaltiques ont pu, quoique dans une mesure fort restreinte, contribuer à faire descendre le niveau de la mer Morte.

Néanmoins c'est principalement à un changement dans le climat et par suite dans le régime des cours d'eau que le lac Asphaltite paraît devoir l'abaissement de sa surface actuelle. On est alors tenté, d'après ce que nous avons dit plus haut, de rapprocher cet ancien régime des effets analogues qu'ont imprimés

(1) Les masses d'eau qui, à Banias, sont considérées à tort ou à raison comme la source du Jourdain, jaillissent, ainsi que, celles du Tell el kadi, de dessous une nappe considérable de basalte qui, partie des plateaux du Jaulan, s'est épanchée dans la plaine. Près du coude si brusque et si étrange que fait le Nahr Khazimieh en quittant sa direction première et naturelle vers la vallée du Jourdain pour aller se jeter dans la Méditerranée (changement de direction dont les causes mériteraient d'être étudiées à loisir), les éruptions basaltiques se multiplient dans la vallée du Ouaddi Hasbany jusqu'après des sources de Hasbeya.

(2) Les lacs d'Aïdat et de Chambon en Auvergne, et le lac Marsh près de Koola dans la Katakekaumène.

à nos rivières européennes des phénomènes atmosphériques dont le maximum d'intensité a été reporté au commencement de l'époque quaternaire. Les observations de M. D. Hooker viendraient confirmer ce rapprochement, auquel se prêtent parfaitement l'étude du sol ainsi que l'appréciation de la durée probable des phénomènes géologiques qui ont précédé ou suivi cette grande crise climatique, que l'on peut accepter comme limite séparative des deux époques tertiaire et quaternaire.

Dès que l'on attribue à l'ancien exhaussement du niveau de la mer Morte une cause aussi générale, on doit s'attendre à ce que les effets de ce changement atmosphérique, n'aient pas borné leur action à une étendue aussi restreinte que le bassin de la mer Morte. Aussi est-il permis d'y chercher une explication de l'ancienne extension de quelques autres lacs d'Asie, d'Afrique et d'Amérique, extension que paraît révéler la nature des terrains qui les entourent (1).

Si l'on voulait maintenant remonter aux causes elles-mêmes de l'abaissement du niveau du lac, on se trouverait arrêté dans la solution de ce dernier problème par l'insuffisance de nos connaissances à l'égard des changements considérables qui se sont effectués dans la distribution relative des continents et des mers à la fin de la période tertiaire. Il serait, en effet, difficile de décider si cette diminution générale dans le régime hydrographique des contrées qui nous occupent est l'effet d'une élévation de température, ou si elle résulte plus particulièrement d'une modification survenue dans l'état hygrométrique des vents chargés, dans leur course régulière, d'alimenter ces lacs.

Ce dernier phénomène mérite l'attention des géologues. Le dessèchement des vents, qui devaient auparavant alimenter la mer Morte et la zone alignée des lacs asiatiques, aurait pu exercer l'action la plus efficace et la plus directe sur l'abaissement du niveau de leurs eaux. Un tel dessèchement aurait pu être amené par la substitution, sur leur passage, d'un continent à la nappe d'eau à laquelle ils empruntaient leur humidité. Il pourrait être encore l'effet de l'élévation en travers de leur route d'une chaîne

(1) Voy. Lapham, *On the existence of certain Lacustrine deposits in the vicinity of the Great Lakes*. — *Silliman's American Journal of science*, 2^e sér., t. III, 1847, p. 93. Voy. aussi W. Mather, *Notes and remarks connected with meteorology of the Lake Superior*, etc... (*Sillimann's American Journal of science and arts*, 2^e sér., t. III, 1847, p. 19-20).

de montagnes dont les sommets neigeux, en faisant descendre leur point de rosée, auraient retenu à leur profit une grande partie des vapeurs destinées à l'alimentation des lacs.

Dans le premier cas, on trouverait facilement sur la route des vents qui devaient alimenter la mer Morte et les lacs asiatiques, des terres telles que le Sahara, ce désert de sables, au milieu desquels sont encore éparses des coquilles marines, identiques avec celles qui vivent encore dans nos mers (1), et qui paraît résulter d'une émergence post-tertiaire.

Dans le second cas, on se trouverait un peu plus embarrassé. Cependant c'est à ce second ordre de phénomènes que le capitaine Maury (2), le savant directeur de l'Observatoire de Washington, demande l'explication de la sécheresse des régions où s'alignent les lacs asiatiques, ainsi que l'abaissement du niveau de la mer Morte, prouvé pour lui par l'extrême salure des eaux de ce dernier bassin (3).

L'auteur de la *Géographie physique de la mer* pense que c'est aux vents alizés S.-E. de l'Afrique et de l'Amérique qui reviennent dans notre hémisphère comme courants du S.-O., qu'il faut attribuer le dessèchement des lacs asiatiques échelonnés sur leur passage.

Ce serait donc sur leur route qu'il faudrait chercher la chaîne de montagnes dont l'élévation leur a enlevé l'humidité dont ils étaient auparavant imprégnés. Le capitaine Maury attribue dès lors cet effet à l'exhaussement des Andes, auquel la géologie paraît en effet assigner une date peu éloignée (4).

Quoi qu'il en soit, on pressent la possibilité des influences dues

(1) On sait que quelques auteurs ont déjà attribué à cette cause le retrait des anciens glaciers des Alpes. Pallas avait déjà pressenti l'importance de l'influence des déserts sur notre climat.

(2) Maury, *Géographie physique de la mer*, chap. xi.

(3) C'est d'après les renseignements fournis par le capitaine Lynch que le capitaine Maury croyait que la mer Morte avait été anciennement unie à la mer Rouge par un étier dont les traces seraient encore visibles.

Comme le capitaine Lynch n'a pas pénétré dans l'Arabah, il est probable qu'il aura pris de loin le ouaddi el Jeib dont la largeur, à son débouché dans le Ghôr, est estimée à 300 mètres par M. de Bertou, pour un ancien canal de communication avec la mer Rouge.

(4) Peut-être trouverait-on, dans le nord de l'Afrique, des chaînes dont le soulèvement, à peu près contemporain de l'époque quaternaire, aurait eu encore une action plus directe sur le dessèchement des lacs, à raison d'une proximité plus grande.

à trois grandes causes principales, sur l'abaissement du niveau de la mer Morte, depuis le dépôt des marnes gypseuses :

1^o Une élévation dans la température moyenne des années, ou tout au moins dans celle des hivers, qui se serait traduite par une forte augmentation dans l'évaporation ;

2^o L'émersion d'un vaste fond de mer sur le parcours des vents qui passent sur la mer Morte, et qui seraient depuis desséchés par suite de cette substitution de sables brûlants à la nappe d'eau où ils puisaient auparavant une partie de leur humidité ;

3^o L'exhaussement en travers de la route de ces mêmes vents d'une chaîne de montagne assez haute pour provoquer la condensation de leurs vapeurs et retenir leur humidité. Tels sont les phénomènes parmi lesquels il nous semblerait naturel de rechercher les causes de l'abaissement du niveau de la mer Morte.

Nous devons néanmoins reconnaître qu'il paraît impossible d'apprécier avec certitude la part que chacun de ces phénomènes peut avoir pris à cet abaissement. Tout au plus pourrait-on tirer, des notions relatives aux époques où leur action a pu se manifester, des indices qui pourraient jeter quelque jour sur leur importance relative.

XII. — *Résumé et conclusions.*

En résumé l'étude géologique du bassin de la mer Morte nous a conduit à penser :

1^o Qu'à la fin de l'époque éocène et par suite d'un mouvement ascensionnel dont la date initiale ne saurait être déterminée, un fonds de mer correspondant à l'étendue continentale de la Syrie et de l'Arabie Pétrée s'est trouvé émergé ;

2^o Antérieurement à cette émersion, des dislocations s'étaient produites dans les assises sous-marines, même avant le dépôt des terrains crétacés, et par une fracture ouverte du sud au nord, s'étaient fait jour les porphyres feldspathiques qui en jalonnent la direction de Petra à la mer Morte ;

3^o D'autres mouvements consécutifs ont pu prolonger cette fracture vers le nord, déterminer la formation du pli montagneux de la Palestine et, par la chute du versant oriental de cette chaîne le long de la ligne de dislocation, donner lieu à la dépression étroite et allongée qui la sépare de l'Arabie ;

4^o Le bassin de la mer Morte s'est ainsi formé en dehors de toute influence ou communication océanique. De là il suit que le lac, occupant le fond de la dépression, n'a été, dès l'origine, qu'un

réservoir d'eaux atmosphériques dont la salure, empruntée à des circonstances environnantes, s'est de plus en plus accrue sous l'influence d'une incessante évaporation ;

5° Vers la fin de la période tertiaire ou au commencement de la période quaternaire, le niveau du lac a dû avoir une élévation de plus de 100 mètres au-dessus de son niveau actuel, et il a déposé des marnes riches en lits gypseux et salifères ;

6° Au nord-est du bassin de la mer Morte, des éruptions volcaniques, ont ensuite produit d'importantes coulées de basalte, dont quelques-unes sont venues s'épancher dans la vallée même du Jourdain. D'autres coulées moins considérables ont pris naissance directement à l'est de la mer Morte, et trois d'entre elles viennent aboutir à son rivage oriental, près des ouaddi Ghuweir et Zerkamain, ainsi qu'au sud de la petite plaine de Zarah.

7° Les sources thermales ou minérales, ainsi que les émanations bitumineuses qui ont accompagné ou suivi les éruptions volcaniques, sont, avec les tremblements de terre si fréquents encore dans ces contrées, les derniers phénomènes importants dont le bassin de la mer Morte a été le théâtre.

A la suite de la communication de M. Louis Lartet, M. P. Marès présente les observations suivantes :

L'étendue de mer qui couvrait le Sahara à l'époque quaternaire me paraît ne pas être généralement appréciée d'une manière bien exacte ; je pense que cela est surtout dû à l'excessive imperfection des cartes que nous avons ordinairement sous les yeux et qui représentent toute cette immense région du Sahara comme un fond sablonneux parfaitement assimilable, en apparence, à un ancien bassin de mer.

Les voyages récents, dans lesquels on a rencontré le *Cardium edule*, ont paru venir confirmer pleinement cette opinion. — On n'a pas assez remarqué que ces études avaient à peine fait connaître l'extrême lisière nord du Sahara. Mais les longues explorations de Barth et de ses compagnons, les voyages de MM. Ismaïl Bouderbah et Henry Duveyrier jusqu'à R'at, la course de M. l'ingénieur Vatonne à R'damès, ont montré que les parties centrales du Sahara ont une altitude moyenne très-élevée et qu'elles sont formées de terrains crétacé et dévonien parfaitement précisés par des fossiles caractéristiques tels que : *Ostrea larva*, *O. pyrenaica*, *spirifer*... — Leur émergence est donc bien antérieure à l'époque quaternaire.

Les connaissances géographiques et géologiques acquises jusqu'à ce jour sur le Sahara ne permettent pas encore de bien indiquer les limites de ces terrains. Nous savons, cependant, qu'ils formaient une étendue infiniment supérieure à celle de la mer quaternaire. Je ne nie pas l'influence que celle-ci peut avoir eue sur les climats des contrées environnantes, mais je pense, jusqu'à plus ample connaissance de cause, que cette influence n'a pas été aussi complète, aussi radicale que paraissent l'indiquer certains auteurs d'un haut mérite, et cette question me semble devoir être réservée, jusqu'à ce que nous possédions des renseignements positifs sur toute la partie centrale ouest du Sahara qui est encore à peu près complètement ignorée.

M. Hébert ajoute que cette éersion d'une vaste étendue de sables a dû modifier beaucoup la température de tout le sud de l'Europe.

A la suite de la communication que vient de faire M. Louis Lartet, M. Virlet, prenant la parole, ajoute que les observations qu'il a faites au Mexique l'ont amené aux mêmes conclusions que lui, c'est-à-dire que les lacs salés de cette partie de l'Amérique ont en partie emprunté leur salure aux terrains environnants; il résume ainsi ses observations.

Sur les salures différentes et les différents degrés de salure de certains lacs du Mexique; par M. Virlet d'Aoust.

On sait que la belle et riche vallée de Mexico renferme six grands lacs ou lagunes tous sans issues et dont le trop-plein était reçu jadis par le seul lac central de Mexico, l'ancienne Ténocitlan qui, comme la coquette Venise, avait été bâtie sur les eaux : mais les Espagnols, étant parvenus, à l'aide d'une grande tranchée, connue sous le nom de *Désagüe de Huchuétoca*, à déverser les eaux de la rivière de *Cuantitlan* et des lacs de *Zumpango*, de *Xaltocan* et de *San Cristobal*, dans le *Panuco*, fleuve qui les porte à son tour dans le golfe mexicain, à Tampico, le niveau du grand lac de *Ténocitlan* a beaucoup baissé, et pendant qu'il se divisait en deux ou plutôt en trois, la ville de Mexico se trouvait complètement émergée, mais à un niveau qui ne s'élève guère qu'à 1^m,50 au-dessus du lac actuel de *Texcoco* qui reste le réservoir commun, tandis que les lacs de *Chaleo* et de *Xochimilco*, ses tributaires et

qui, à vrai dire, ne forment qu'un seul et même lac, restent, d'après l'ingénieur américain Smith, à une hauteur moyenne de 3^m,38 au-dessus.

On se rappelle aussi que c'est dans le lac salé de *Texcoco* que j'ai signalé la curieuse formation actuelle d'un calcaire oolithique tout à fait analogue à nos calcaires oolithiques secondaires, par suite du dépôt dans les eaux du lac, des œufs des *Oxayacatl* des Aztèques, espèces de très-petits mouchérons de la famille des Hydrocorises ou punaises d'eau (1), et j'en avais naturellement conclu que la plupart des dépôts oolithiques, sur la formation desquels on a émis déjà tant d'hypothèses, devaient, d'après leur manière d'être, avoir une origine analogue.

Une communication très-intéressante, faite à une des réunions des délégués des Sociétés savantes en avril dernier, par l'auteur de la magnifique *Carte géologique de l'Auvergne*, mon savant ami, M. Henri Lecoq, vient confirmer aujourd'hui mes conjectures en ce qui concerne les oolithes tertiaires de l'Auvergne. Son mémoire est encore inédit, mais d'après ce qu'il vient de m'écrire, il résulte qu'il a reconnu que les *calcaires à friganes* qui constituent le terrain

(1) Voyez *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér. t. XV, p. 200. Ces *axayacatl* dont il y a deux espèces distinctes, la *Corixa femorata* Guér. Mén., de beaucoup la plus abondante, et la *Notonecta unifaciata* Guér., Mén., vont déposer leurs œufs sur les herbes qui croissent dans le lac, et en particulier sur une espèce de joncs triangulaires de la famille des Cypéracées, le *Scirpus lateralis*, qu'on appelle *toulé* dans le pays. Ces joncs dont on confectionne des paniers qui prennent le nom de *Chiquihuité*, *tompéaté*, suivant qu'ils ont la forme ordinaire ou la forme conique, s'emploient particulièrement disposés en petites gerbes ou faisceaux pour récolter les œufs d'*Oxayacatl*, en quantités si considérables que la graine ou farine qui en résulte peut être recueillie par les pêcheurs pour la vendre sur tous les marchés de Mexico. Cet aliment, connu sous le nom d'*Ahuautlé*, est assez estimé des Indiens; ils en font des *tortas*, espèces de galettes qu'ils mangent assaisonnées avec du *chilé* (piments verts ou rouges). D'un autre côté, les larves de ces hydrocorises, en se développant dans la lagune, y forment en commun et par sécrétion des nids qui ressemblent un peu à des éponges. Ces larves et ces nids servent aussi d'aliments : les premières, sous le nom de *puchi*, s'expédient principalement dans les pays de *Terre chaude*, où on les prépare sous forme de *tamalès*, c'est-à-dire en les mélangeant à la pâte de maïs et en en formant de petites boulettes, qu'on vend ensuite enveloppées de feuilles de maïs. Les nids ou éponges cuites fournissent, comme les nids d'hirondelles de Chine, une espèce de gélatine qui se consomme seulement sur les lieux.

tertiaire supérieur du bassin de l'Allier, sont séparés par des couches oolithiques de plusieurs mètres de puissance, composées de petites oolithes rondes ou ovales de grosseur très-variable, mais dépassant rarement la grosseur d'un grain de millet. Ces oolithes ont pour noyaux les unes des grains de quartz, les autres de petits corps ovoïdes que l'on peut très-bien rapporter à des œufs d'insectes. Elles sont en général réunies par un très-léger ciment calcaire, un peu ferrugineux, qui leur laisse beaucoup de friabilité. J'ai examiné, depuis lors, divers échantillons de calcaires à friganes et j'y ai reconnu également de ces oolithes ovoïdes très-bien caractérisées, disséminées à travers l'aggrégat de friganes.

La salure du lac de Texcoco, comme réceptacle, depuis des siècles, de toutes les eaux d'un bassin qui présente une superficie d'au moins 300 lieues carrées, me parut d'abord si naturelle que je n'avais même pas cherché à expliquer autrement cette salure, qu'il aurait été difficile d'attribuer, comme a cherché à le faire, M. Augelot, pour d'autres lacs salés (1), à une dépression, puisqu'il présente au contraire une altitude d'environ 2275 mètres.

Cependant, après avoir visité quelques-unes des nombreuses lagunes salées intérieures, mon opinion, à ce sujet, dut se modifier un peu, car non-seulement leur degré de salure varie beaucoup, mais aussi la nature de cette salure; d'ailleurs, on rencontre certains lacs sans issues, placés dans une même région que des lacs salés et dont les eaux sont cependant douces, ou sont si peu salées qu'elles restent potables, quoique paraissant placés les uns et les autres dans des conditions hydrologiques parfaitement analogues.

Ainsi, par exemple, des trois principaux grands lacs qui existent dans l'État de Michoacan, l'un la *lagune de Chapala*, le plus grand lac de tout le Mexique, et qui appartient pour moitié à l'État de Jalisco, étant traversé par le fleuve *Lerma*, est naturellement d'eau douce; mais des deux autres, tous deux également sans issues, celui de *Patzcuaro*, situé à l'ouest un peu sud de Morelia, n'a pas moins de 12 lieues de circonférence, il renferme cinq jolies petites îles et possède des bords enchanteurs, qui le font considérer, à l'égal du lac *Majeur* des Italiens, comme un des points les plus pittoresques du Mexique. Ses eaux, quoique un peu crues, sont cependant parfaitement potables. Celui de *Cuitzéo*, situé au nord de Morelia, a au contraire des eaux salées, avec des rivages d'un aspect désolé; ses dimensions, un peu plus grandes que celles du lac de Patzcuaro, augmentant beaucoup lors de la saison des

(1) *Bull. Soc. géol.*, 4^{re} sér., t. XIV, p. 356.

pluies, époque où il atteint quelquefois une étendue de 15 lieues de l'Est à l'Ouest, ce qui fait que toutes les terres basses, se trouvant temporairement submergées par des eaux salées, sont, comme cela arrive pour celles qui entourent immédiatement la ville de Mexico, rendues à peu près stériles par un excès de sels.

La salure de la lagune de *Cuitzé*, qui consiste principalement en sulfate et en chlorure de sodium, pourrait s'expliquer quant au dernier sel, par l'existence sur ses rives, d'une source salée, à *Chucandiro*, village situé au Sud-Ouest. Quant au sulfate, il pourrait bien être, lui, la conséquence d'émanations sous-lacustres, et cela semble d'autant plus admissible que ses eaux dégagent souvent une odeur d'hydrogène sulfuré très-prononcée. D'ailleurs cette lagune reçoit une partie des eaux provenant de ce massif de montagnes porphyriques situées au Sud-Est, que M. Henri de Saussure a essayé d'ériger en volcan, sous le nom de *San Andrés* (1). Or, on sait qu'il existe dans ces montagnes plusieurs sources thermales accompagnées d'émanations sulfureuses dont ce jeune voyageur a décrit lui-même quelques-unes qui donnent lieu à une petite exploitation de soufre.

Aux environs de Tula, dans le Tamaulipas, il y a aussi plusieurs lagunes qui, bien que paraissant situées dans des conditions géologiques à peu près identiques, ont cependant des salures différentes. L'une d'elles, la *lagunilla de Salinas*, qui est exploitée pour sel, offre un mélange de chlorure de sodium, de sulfates de soude et de magnésie ; tandis qu'une autre, celle de *Tula*, ne contient guère que du sulfate de soude, c'est à vrai dire un lac sulfureux et très-sulfureux. On cite du reste, aux environs de Tula, plusieurs sources salées dont une n'aurait pas moins de 8 à 9 degrés de salure, qu'on a cherché à exploiter, mais on n'est pas parvenu à en séparer les sulfates. Il existe encore, près de l'hacienda de *Cruzès*, une source minérale que nous avons visitée et qui passe pour être souveraine contre la *pierre*.

Néanmoins, le plus grand nombre des lagunes salées du Mexique contiennent surtout ce que l'on y appelle *téquezquite* qui n'est pas autre chose que le *natron* ou carbonate de soude, mais ce *téquezquite* qui a joué et joue encore un grand rôle dans la métallurgie du Mexique (2), où il sert de fondant dans le traite-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XV, p. 76.

(2) Je pourrais ajouter qu'il a joué aussi un grand rôle dans mon existence puisque c'est lui qui a déterminé mon voyage au Mexique. L'histoire du *téquezquite* considéré à ce point de vue, et j'espère la

ment de certains minerais d'argent ou de plomb argentifère par fusion, y est toujours plus ou moins mélangé de sulfate de soude et quelquefois de magnésie ou de chlorure de sodium; quand ce dernier sel vient à prédominer, le résidu provenant de la cristallisation sur ses bords par suite des évaporations solaires, pendant les temps de sécheresse, et que l'on recueille, prend le nom de *saltierra* qui a aussi quelquefois son emploi en métallurgie, mais dans le but d'y remplacer alors le sel de mer, pour le traitement des minerais d'argent par la méthode du *Patio*, c'est-à-dire l'amalgamation à froid.

Les analyses comparées des *téquezquité* et *saltierra* provenant de deux des principales lagunes de l'État de San Luis Potosi, *Pégnon* (*Peñon*) *Blanco* et *Salinas*, faites à l'école des mines de Paris, à la demande de M. Saint-Clair Dupont (1), fera mieux voir que ce que l'on pourrait dire, les différences très-notables qu'offrent entre elles les salures des diverses lagunes.

	Pégnon-Blanco.	Salinas.
Carbonate de soude anhydre . . .	54,60 . . .	»
Carbonate de chaux.	» . . .	43,60
Carbonate de magnésie.	» . . .	4,60
Sulfate de soude	45,30 . . .	2,20
Chlorure de sodium.	4,50 . . .	49,00
Oxydes de fer et de manganèse. .	» . . .	9,80
Eau, matières organiques.	24,60 . . .	7,60
Matières terreuses, sables, pertes. .	4,00 . . .	46,20
Matières salines.	400,00 . . .	400,00

En examinant les deux analyses ci-dessus, on voit que celle de Pégnon Blanco représente plus particulièrement le *téquezquité* ou natron proprement dit, tandis que celle de Salinas est au contraire

raconter quelque jour, ne serait pas du tout dénuée d'intérêts scientifiques et même historiques à cause des nombreuses péripéties judiciaires dans lesquelles je me suis trouvé, par suite, engagé; elles ont donné lieu à des questions de législation minière tout à fait neuves pour le pays. En principe, mes droits étaient incontestables; mais en fait, dans un pays où toutes les lois étaient alors à peu près considérées comme non avenues par des juges ignorants, joueurs et vénals, j'étais nécessairement destiné, en qualité d'étranger, à perdre ma cause. L'affaire, après dix-huit mois de luttes violentes, je pourrais presque dire armées, s'est heureusement terminée par une transaction.

(1) *De la production des métaux précieux au Mexique*, 4 vol. in-8. Paris, 1843, p. 77 et 94.

un vrai *saltierra* ; et en effet cette lagune donne lieu depuis un certain nombre d'années à une exploitation de sel assez importante, depuis surtout qu'on a eu l'idée de pratiquer une excavation de 4 mètres seulement dans le sol de la lagune, la salure de l'eau s'est élevée de 5 à 15 degrés, ce qui a fait supposer l'existence d'un banc de sel dans le fond du lac. Dans tous les cas, cet accroissement de salure ne peut provenir selon moi que du sol alluvial, car le sous-sol appartenant au terrain argileux secondaire ne renferme pas, et des sondages l'ont démontré, trace de sel.

Pour quiconque se trouvera un peu familiarisé avec la géologie du pays, cette différence dans le genre de salure des différents lacs pourrait très-bien lui faire préjuger à l'avance la nature géologique prédominante des roches environnantes, s'il ne la connaissait pas encore ; car la lagune de Salinas, où le carbonate de soude manque, gît, en effet, comme je viens de le dire, sur un sol argileux, et les calcaires prédominent dans les montagnes environnantes, tandis qu'aux environs de la lagune de Pégnon Blanco, où abonde au contraire ce carbonate, ce sont les terrains de porphyres albitiques qui dominent.

Quant à la salure du lac de *Texcoco*, elle se compose d'un *téquezquité* particulièrement composé d'un sesquicarbonate de soude, mélangé de sel marin qui en font aussi un *saltierra*, et ce dernier sel y a même donné lieu, pour son extraction, à un établissement assez considérable, fondé par la compagnie des mines de *Réal del Monté*, sous la direction d'un chimiste anglais de distinction de nos amis, M. Bowring. Un autre chimiste français, également de nos amis, M. J. A. Poumarède, qui a longtemps résidé à Mexico et y a étudié, dans un autre but, le régime des eaux de la vallée, a publié en français et en espagnol, un travail fort intéressant (1), dans lequel il cherche à expliquer l'origine de la salure des eaux du lac de *Texcoco*, et il croit avoir trouvé la principale origine de la sonde dans les eaux du lac de *Xochimilco* qui en contiennent une proportion assez notable (330 grammes par mètre cube), et il suppose qu'elle doit résulter du mélange de ses eaux avec celles

(1) *Desagüe del valle de Mexico, etc. Nouveau moyen de prévenir les inondations de la ville et de la vallée de Mexico*, in-48. Mexico, 1860. Depuis son retour en France, l'auteur en a donné une nouvelle édition, purement française, qui a d'abord été insérée dans le journal *Les Mondes* de M. l'abbé Moigno, puis tirée à part avec ce nouveau titre : *La ville et la vallée de Mexico, ou Études et considérations sur ce pays*, formant une brochure in-8. Paris, Giraud, 1863.

de quelque source qui laverait dans son trajet une couche de feldspaths à base de soude; quant à l'origine du sel, qu'on trouve en plus ou moins grande quantité dans les eaux de la lagune de Texcoco et que quelques personnes ont supposé dû à l'existence de quelque banc de sel dans les environs, hypothèse que rien ne justifie, M. Poumarède la trouvait assez difficile à expliquer, lorsque deux faits l'ont mis sur la voie :

« L'eau de la lagune de Xochimilco, dont, dit-il, j'ai l'habitude
» de me servir dans mes recherches de laboratoire, toutes les fois
» que l'emploi de l'eau distillée n'est pas d'une nécessité absolue,
» m'avait fait remarquer bien souvent que cette eau, qui ne ren-
» ferme ordinairement que de la soude, contenait cependant quel-
» quefois des quantités très-appreciables de sel marin. Cette sin-
» gularité, qui se reproduit d'une manière très-irrégulière, et, le
» plus souvent, lorsqu'à la suite d'une série de beaux jours, une
» pluie torrentielle vient à tomber, était restée pour moi long-
» temps inexpiquée, lorsque l'analyse d'un liquide que M. San-
» chez Ochoa m'avait prié d'examiner, et qui provenait de quel-
» que flaque d'eau renfermée dans le cratère du Popocatepetl,
» est venue m'en donner une explication aussi simple que singu-
» lière. Cette eau, qu'on considérerait, sans doute à cause de son
» origine ou de sa provenance, comme un acide sulfurique étendu,
» ne renfermait réellement qu'une certaine quantité de sulfate de
» peroxyde de fer et d'alumine, mêlée à une forte proportion de
» chlorure de ces mêmes bases.

« Cette composition, ajoute M. Poumarède, nous a naturelle-
» lement porté à penser que l'immense jet de vapeurs qui sort
» constamment des profondeurs du volcan, et avec assez de force
» pour pouvoir enlever à de grandes hauteurs, des pierres d'un
» poids considérable, devait renfermer de grandes quantités de
» produits muriatiques, puisque une eau qui se trouve constam-
» ment dans le cratère à un degré de chaleur voisin de son point
» d'ébullition, en renfermait elle-même une si grande quantité,
» malgré la présence de quelques sels de peroxyde qui, comme on
» sait, ont une réaction acide marquée, et qui peuvent par con-
» séquent opérer la décomposition de ceux-ci; mais, s'il en est
» ainsi, c'est-à-dire si les émanations du Popocatepetl renferment,
» comme cela nous paraît évident, de grandes quantités de pro-
» duits muriatiques, tels que chlore, chlorure et acide hydro-
» chlorique, il doit forcément arriver que ceux-ci, après s'être re-
» froidis et hydratés dans l'atmosphère, viennent se déposer dans
» les contrées voisines, c'est-à-dire dans la vallée, où ils forment,

» en arrivant à la surface du sol, des chlorures terreux que les
 » premières eaux pluviales dissolvent et entraînent dans les la-
 » gunes qui occupent les parties basses, et où ils trouvent tou-
 » jours assez de soude pour se transformer, à l'aide d'une double
 » décomposition, en chlorure de sodium ou sel marin. C'est à
 » cet ensemble de circonstances que la disposition topographique
 » de la vallée vient, d'ailleurs, favoriser singulièrement, et qui ont
 » dû se produire sur une bien plus grande échelle, qu'aujourd'hui,
 » à l'époque des éruptions volcaniques des divers cônes de la val-
 » lée, qu'on doit, à notre avis, rattacher sans hésitation l'origine
 » du sel qui existe, tant dans les eaux de la lagune de Texcoco
 » que dans quelques alluvions du bassin mexicain. »

Je suis d'autant plus disposé à adopter la manière de voir de M. Poumarède, en ce qui concerne l'origine du sel muriatique des eaux de Texcoco, que lors de mon ascension au Popocatépetl, en mars 1853, ayant goûté plusieurs fois de la neige du névé vers le sommet, j'avais été très-surpris de lui trouver un goût d'acide chlorhydrique très-prononcé, ce que j'attribuai naturellement alors à la condensation des émanations gazeuses du volcan. Du reste, une communication faite à l'Académie des sciences, en mai 1863, par M. Charles Sainte-Claire Deville, au nom d'un chimiste distingué, M. Lefort, vient tout à fait à l'appui de ces conjectures.

M. J. Lavairière ayant été chargé, en 1857, par le gouvernement mexicain de diriger une commission scientifique aux montagnes du Popocatépetl et de l'Iztaccihuatl, M. Lefort a été prié de faire l'analyse de l'eau recueillie par ce voyageur dans le fond du cratère, et il y a trouvé, en admettant que toutes les bases fussent saturées par l'acide sulfurique et par une partie de l'acide chlorhydrique, 1 pour 100 de ce dernier acide, à l'état libre.

Voici, au surplus, l'analyse faite sur un litre d'eau ;

	gr.
Acide chlorhydrique.	44,009
Acide sulfurique.	3,643
Alumine.	2,080
Soude.	0,699
Chaux, magnésie, silice, etc. .	indices
Arsenic.	id.
Oxyde de fer.	0,084

47,542

Je le répète, je partage les idées de M. Poumarède, quant à l'origine du chlorure de sodium, mais je diffère un peu d'opinion

avec lui quant à celle de la soude, qu'il n'est pas nécessaire de supposer provenir de sources particulières. Il suffit de faire remarquer, en effet, que l'Iztaccihuatl, le Popocatépetl, la chaîne du *Guchilaque* et toutes les montagnes de la vallée du Ténocitlan sont toutes composées de porphyres ; que ces porphyres prédominent également dans une grande partie du Mexique ; que ces roches, d'origine métamorphique et d'une nature assez altérable, renfermant une grande quantité d'*albite*, feldspath à base de soude, il suffit alors de leur lavage séculaire par les eaux pluviales pour expliquer la grande quantité de soude qu'on rencontre à différents états dans toutes les lagunes du pays.

En définitive et pour me résumer, il résulte assez clairement pour moi, de tous les faits que je viens de passer brièvement en revue, que les salures des nombreux lacs mexicains sont empruntées aux terrains environnants, et les différences qu'elles présentent tiennent surtout aux différences géologiques de chaque bassin. Elles sont donc dues aux lavages des sols par les eaux pluviales qui se chargent des parties salines solubles auxquelles viennent s'ajouter accidentellement les sels apportés par les sources et les émanations gazeuses.

Séance du 15 mai 1865.

PRÉSIDENCE DE M. ED. LARTET.

M. Alfr. Caillaux, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

DESNOYERS (Alfred), ingénieur, directeur des forges d'Ancy-le-Franc (Yonne), présenté par MM. J. Desnoyers et Alph. Milne Edwards ;

EVARD, ingénieur, attaché à la Société des forges de Châtillon et Commentry (Allier), présenté par MM. J. Desnoyers et Alph. Milne Edwards ;

MACESCO, rue des Fossés-Saint-Victor, 39, à Paris, présenté par MM. Hébert et P. Marès ;

ROBESCO, élève à l'École forestière, à Nancy (Meurthe), présenté par MM. Hébert et P. Marès.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, avril 1865 ; in-4.

De la part du Comité de la paléontologie française, *Terrain crétacé*, 19^e livraison, t. VII ; *Échinides*, t. II, par M. G. Cotteau ; texte, f. 42 à 44, atlas, pl. 1161-1172 ; in-8.

De la part de M. Alphonse Favre, *Précis d'une histoire du terrain houiller des Alpes*, in-8, 10 p. Genève, 1865.

De la part de M. Louis Lartet, *Sur la formation du bassin de la mer Morte ou lac Asphaltite, et sur les changements survenus dans le niveau de ce lac*, in-4, 4 p. Paris, 7 avril 1865.

De la part de M. Charles Martins, *Deux ascensions scientifiques au Mont-Blanc* (extr. de la *Revue des deux mondes*, 15 mars 1865), in-8, 38 p.

De la part de M. Gabriel de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, avril 1865, in-8.

De la part de M. le F. Ogérien, *Météorologie du Jura* (extr. du *Compte rendu des travaux de la Société d'émulation du Jura*), in-8, 373 p.

De la part de M. G. Ponzi :

1^o *Storia naturalé dell' agro Pontino*, in-8, 23 p. Rome, 1865.

2^o *Il periodo glaciale e l'antichità dell' Uomo*, in-4, 26 p. Rome, 1865.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, in-4, 1865, 1^{er} sem., t. LX, n^{os} 18 et 19.

Bulletin de la Société de géographie, avril 1865, in-8.

L'Institut, in-4, n^{os} 1635 et 1636 ; 1865.

Réforme agricole, avril 1865 ; in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, février 1865 ; in-8.

The Athenæum, n^{os} 1958 et 1959 ; 1865 ; in-4.

Revista minera, 1^{er} mai 1865 ; in-8.

Atti della Societa italiana di scienze naturali, avril 1865 ; in-8.

M. Dangleure a l'honneur d'offrir à la Société, au nom du Comité de la paléontologie française, la 14^e livraison (19^e du titre indiqué) des *Échinides crétacés*, par M. G. Cotteau.

Séance du 5 juin 1865.

PRÉSIDENCE DE M. GRUNER.

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

MACHADO (don Antonio), professeur d'histoire naturelle, à Séville, présenté par MM. C. de Prado et Ed. Collomb ;

MÖLLER (de), capitaine en second au Corps impérial des ingénieurs des mines, à Saint-Pétersbourg (Russie), présenté par MM. de Verneuil et d'Archiax.

Le Président annonce ensuite quatre présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique, *Journal des savants*, mai 1865.

De la part de M. Joachim Barrande, *Défense des Colonies*. - III. — *Étude générale sur nos étages G-H, avec application spéciale aux environs de Hlubocép, près de Prague*, in-8 ; 367 p., 1 carte et 1 feuille de profils. Prague, 1865 ; Paris, chez l'auteur, rue Mézière, 6.

De la part de M. Bonissent, *Essai géologique sur le département de la Manche*, in-8, 25 p. Cherbourg, 1860 ; chez Ch. Feuardent.

De la part de MM. P. de Lorient et A. Jaccard, *Étude géologique et paléontologique de la formation d'eau douce infra-crétacée du Jura et en particulier de Villers-le-Lac*, in-4, 68 p. ; 3 pl. Genève, 1865 ; chez Ramboz et Schuchardt.

De la part de M. Gabriel de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, mai 1865, in-8.

De la part de M. L. Simonin, *La richesse minérale de la France*, in-8, 39 p. Paris, 1865 ; chez P. A. Bourdier et compagnie.

De la part de M. de Chasteigner, *Journal d'Indre-et-Loire*, numéros du 16 au 24 novembre 1864 (*Notes sur l'âge de pierre dans le bassin de la Creuse*).

De la part de M. de Helmersen :

1° *Carte géologique de la Russie*, 1 f. colombier, 1863.

2° *Der Peipusse und die obere Narova*, in-8, 88 pages, 1 carte, 1864 (?).

Annales des mines, 6^e série, t. VI, 6^e livraison de 1864 ; t. VII, 1^{re} livraison de 1865 ; in-8.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1865, 1^{er} sem., t. LX, n^{os} 20 à 22 ; in-4.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture de France, mars 1865 ; in-8.

L'Institut, n^{os} 1637 à 1639 ; 1865 ; in-4.

Réforme agricole, mai 1865 ; in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, mai 1865 ; in-8.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale (Saint-Étienne), juillet à septembre 1864 ; in-8.

Société impériale d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc., avril 1865 ; in-8.

The Athenæum, n^{os} 1960 à 1962 ; 1865 ; in-4.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, août à octobre 1864 ; in-8.

Revista minera, 15 mai et 1^{er} juin 1865 ; in-8.

M. Dangle présente, de la part de M. Horion, une note sur le terrain crétacé de la Belgique et du nord-est de la France.

Ce travail est renvoyé à la *Commission du bulletin*.

M. d'Archiac communique le travail de M. Garrigou sur la géologie du département de l'Ariège :

Aperçu géologique sur le bassin de l'Ariège; par le docteur F. Garrigou, de Tarascon (Ariège); (Pl. V).

Le but de ce mémoire est de faire connaître les résultats généraux de mes recherches sur une partie du département de l'Ariège pendant plus de quatre années consécutives.

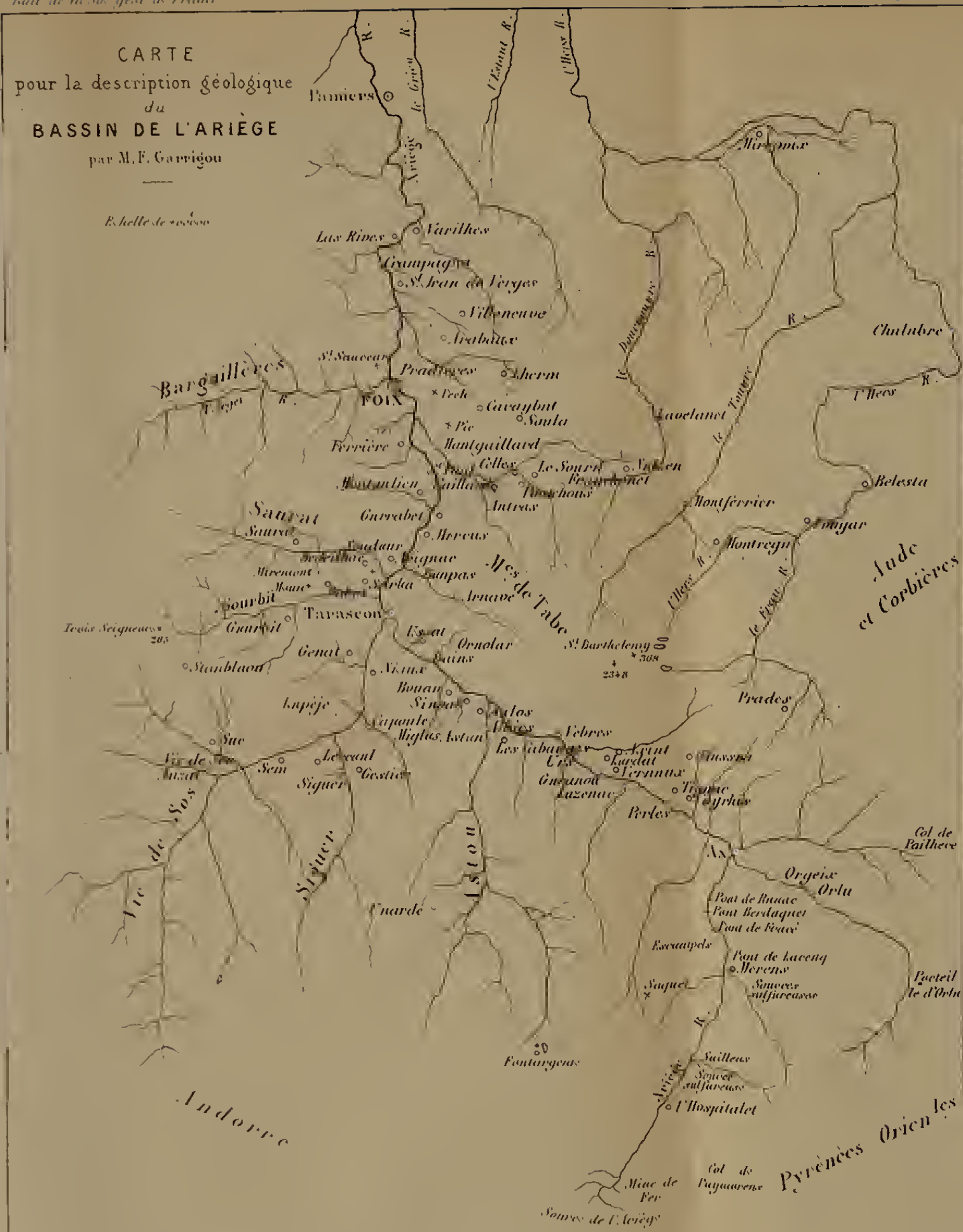
Jusqu'à ces derniers temps, le travail d'ensemble de M. François, l'habile et savant ingénieur des mines, était le seul publié sur les Pyrénées ariégeoises. En 1863 M. Leymeric donna une esquisse géognostique de la vallée de l'Ariège. Mais M. François et un savant confrère M. l'abbé Pouech, ont seuls cherché à vaincre les difficultés, l'un de la géologie et de la minéralogie du département, l'autre de la géologie et de la paléontologie stratigraphiques des terrains tertiaires de l'Ariège. Tous deux ont rendu un service signalé à ceux qui après eux chercheront à réunir les matériaux d'une carte géologique. Avant eux Lapeyrouse, de Charpentier, Dufrenoy, Durocher, etc., avaient puisé dans cette partie de la chaîne les éléments des problèmes géologiques généraux.

La vallée de l'Ariège est composée d'une vallée de fracture traversant nos montagnes en divers sens, ouverte à différentes époques de soulèvement, et d'une vallée d'érosion. Cette dernière a été creusée dans les terrains tertiaires, pendant la période quaternaire par les déplacements successifs du lit de la rivière, alors sans doute plus considérable que de nos jours.

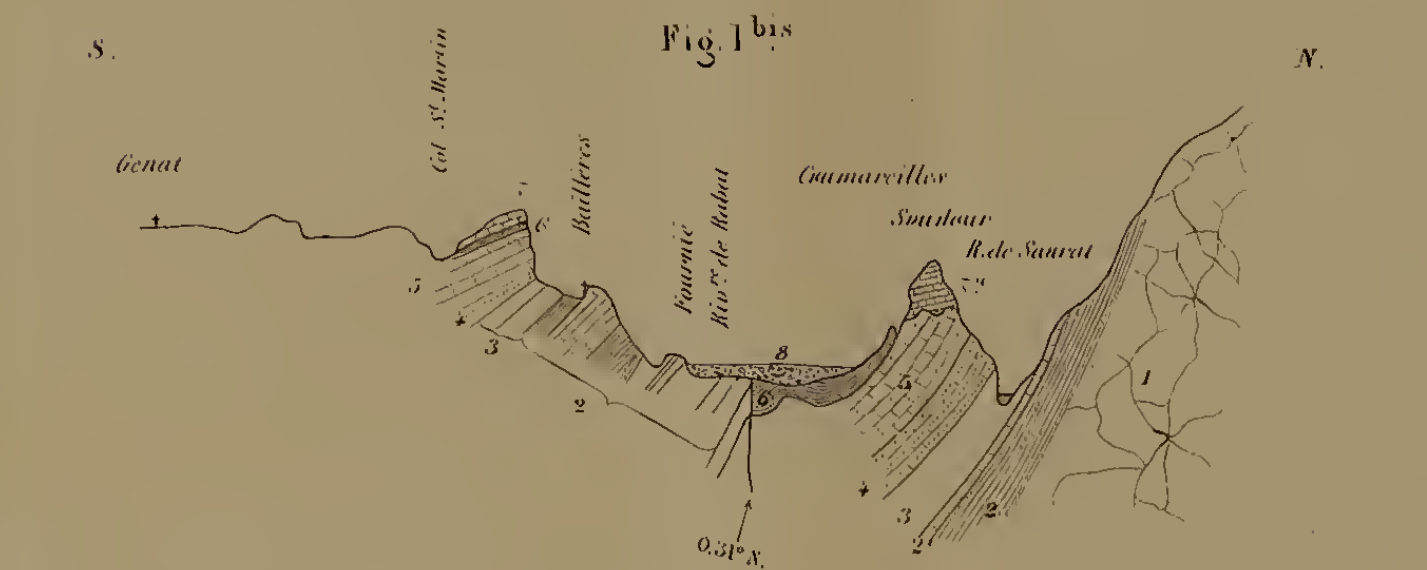
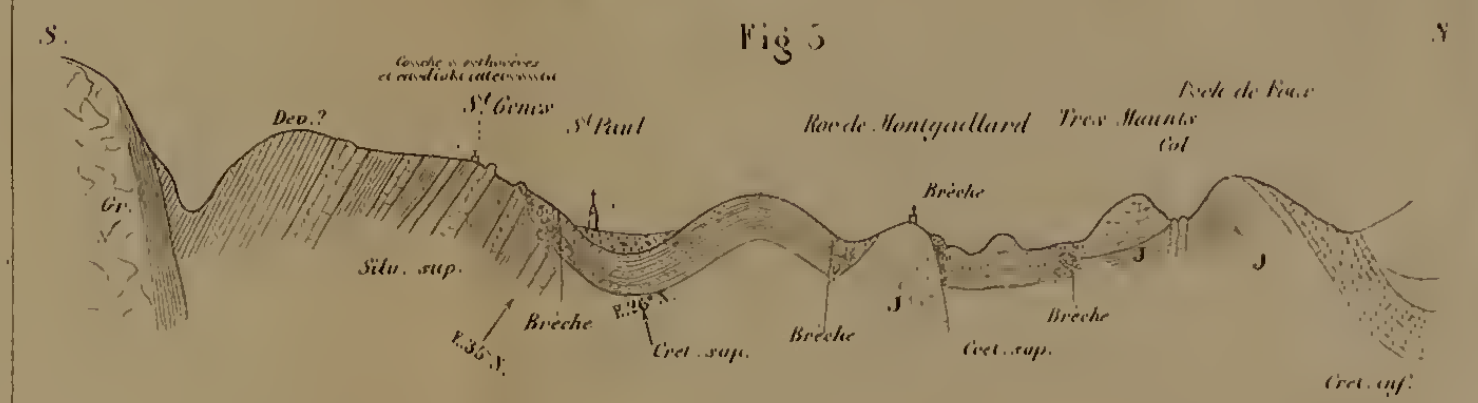
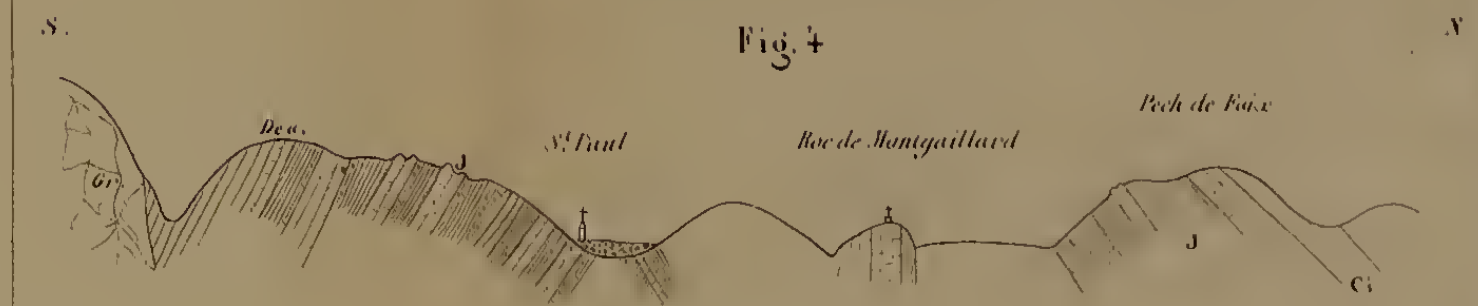
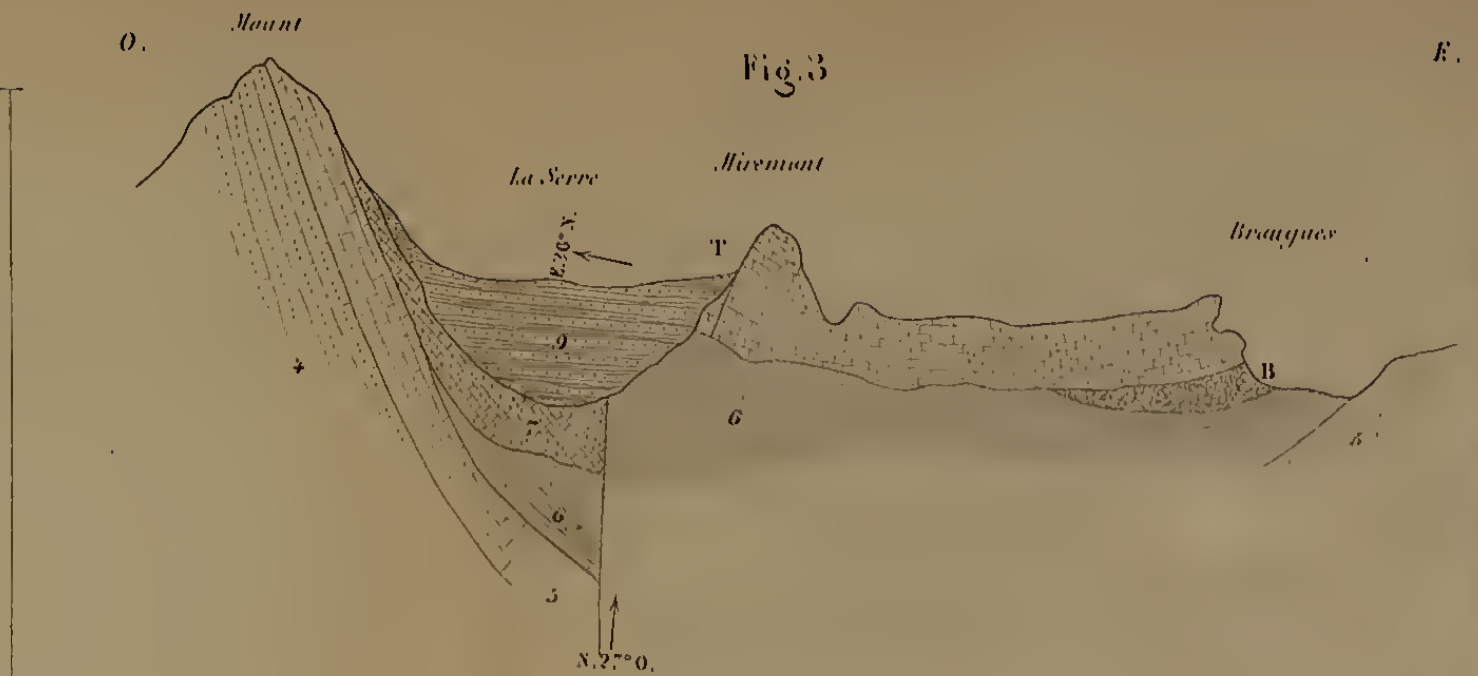
L'idée de cours d'eau immenses et subits descendus des chaînes de montagne pendant cette période géologique, admise par M. Leymerie, est une idée qui tend de plus en plus à disparaître de la science. Les belles recherches de Lyell et de tous les savants qui se sont donné la peine d'observer par eux-mêmes, sont déjà bien suffisantes pour démontrer le peu de fondement d'une pareille théorie. Toutes les sciences naturelles concourent à montrer la lenteur avec laquelle la nature a procédé de tout temps et procède encore de nos jours. Comment penser autrement avec les phénomènes que nous voyons s'accomplir sous nos yeux ?

Est-ce violemment que certaines côtes et des pays entiers se soulèvent et s'abaissent même de nos jours ? Les déplacements des lits de nos grandes comme de nos petites rivières, se font-ils

Es helleste + wöron



gravé chez Anril, f^{rs}

[illegible]



d'une manière brusque et soudaine? La mer ne creuse-t-elle pas lentement les côtes, comme en Normandie? Parmi les grands phénomènes de métamorphisme si bien étudiés et si savamment décrits par MM. Elie de Beaumont, Daubrée, Delesse, etc., les plus restreints n'ont-ils pas mis des milliers d'années à se produire? Les changements dans la série des animaux et des végétaux ne sont-ils pas survenus après une suite incalculable de temps? L'espèce, ce mythe de toutes les sciences, par ses caractères insaisissables n'est-elle pas l'une des meilleures preuves de l'absence de changements brusques dans la nature (1)?

Nier cependant toute sorte d'accidents subits n'est pas possible en géologie. Autant l'étude du remplissage des filons est venue aujourd'hui donner la preuve d'un travail géologique lent, autant les plissements de certaines couches, et les produits du métamorphisme de contact nous prouvent l'existence de phénomènes géologiques prompts et violents.

Pour moi, l'érosion et le remplissage des vallées, s'ils ont pu être effectués à certains moments de l'époque quaternaire avec plus de force et de véhémence que de nos jours, se sont généralement accomplis, comme nous le voyons encore aujourd'hui, par des changements lents dans les lits des fleuves et des rivières, occasionnés par le soulèvement lent du sol, sous l'influence des contractions lentes de l'écorce terrestre. Je ne saurais non plus refuser dans certains cas l'existence d'inondations partielles dues à des ruptures de digues naturelles, à des fontes excessives de neige ou à des pluies extrêmement abondantes, venant aider la force d'érosion et de remplissage des cours d'eau existant déjà.

Quant à ces eaux extraordinaires descendues des Pyrénées à l'époque diluvienne, principalement dans les vallées de fracture, comme le suppose M. Leymerie, je n'ai trouvé aucune trace donnant l'idée d'un phénomène aussi général et aussi subit que le dit ce minéralogiste. C'est là aussi l'idée de M. Hébert, idée que ce savant géologue a soutenue contre les théories de M. Leymerie, au comité des Sociétés savantes, 1863.

(1) Je ne partage pas sur ce point les théories *trop peu classiques* de M. l'abbé Pouech : « Je crois.... que toutes les espèces végétales et animales, tant passées que présentes » (Pourquoi ne pas ajouter futures?) « ont été créées à la fois ». Tenir un pareil langage, c'est se mettre en contradiction avec les données les plus élémentaires de la géologie, de la zoologie, et même de la philosophie.

Vallée de l'Ariège proprement dite.

La forme que la vallée de l'Ariège affecte dans la partie tourmentée de son parcours, est celle d'un Z. Vers la plaine, la rivière coule sur les terrains tertiaires du bassin sous-pyrénéen, suivant une direction qui n'est plus celle de la dernière branche de ce Z.

En général, les vallées creusées dans le bassin sous-pyrénéen ne suivent guère, en traversant les plaines, la direction qu'elles ont dans la montagne. Les gaves descendant des vallées d'Aspe, d'Ossau, de Lourdes, de Bagnères-de-Bigorre, de la Neste, d'Aran, de la Bellongue, etc., sont loin de suivre la règle que M. Leymerie donne comme « une véritable concordance classique ». L'Ariège est exactement dans les mêmes conditions d'écoulement que les gaves cités. Aussi d'après moi doit-on voir dans cette différence de direction entre les vallées de la plaine et celles des montagnes, une concordance classique ayant lieu pour les vallées du versant français de la chaîne des Pyrénées.

L'explication de ces faits est possible pour tout géologue s'appliquant d'abord à observer, et ne se laissant aller à des théories qu'après avoir rassemblé bon nombre de faits à l'appui.

Il est certain que la masse des Pyrénées n'est pas le résultat d'un simple et unique soulèvement. Cette chaîne, comme du reste la plupart des autres, a été produite par des soulèvements de différents âges, orientés suivant des directions variées, dont l'étude confirme d'une manière vraiment remarquable les théories si savantes et si vraies de M. Élie de Beaumont. Des vallées de fracture ont dû être produites très-anciennement dans les Pyrénées, comme le prouve leur examen détaillé.

Quant à ce qui peut s'appeler les vallées des plaines, sans anticiper sur de prochaines publications, je puis dire dès aujourd'hui que ces vallées suivent dans une grande partie de leur parcours des fractures profondes et des plissements traversant les terrains récents, miocènes, fractures orientées tout autrement que celles qui accompagnent les cours d'eau jusqu'à leur sortie des terrains redressés (1).

(1) Depuis la note précieuse de M. l'abbé Pouech (t. XXII du *Bull. de la Soc. géol. de France*, p. 43) on pourrait penser que son adversaire d'alors est ici en contradiction avec lui-même. Pour fixer les faits, je renvoie le lecteur à la page 315 du tome XX des *Bulletins*, tome cité par M. l'abbé Pouech.

Dirigée d'une manière générale du Sud au Nord, la vallée de l'Ariège présente, avons-nous dit, une forme de Z, que nous allons diviser en trois branches :

1° La branche sud, allant du pied de pic de Font-Nègre jusqu'à la station thermale d'Ax :

2° La branche ouest, suivant la vallée depuis Ax jusqu'à Tarascon ;

3° La branche nord, conduisant l'Ariège jusqu'aux derniers terrains soulevés, au sud de Varilhes.

Du point où commence la vallée, du Pont-Cerda, au sud de l'Hospitalet, jusque près de Lasrives, au sud de Varilhes, l'Ariège suit un parcours de 65 kilomètres, avec une pente de 1144 mètres environ.

Aspect général de la vallée.

La vallée de l'Ariège se trouve entourée presque partout par un grand massif granitique ; le long des bords de ce massif existent des schistes de transition et le centre est occupé par les terrains secondaires. Si, partant du village de Mercus, l'on traverse la rivière pour marcher vers l'Ouest, l'on se trouve sur le granite dans les montagnes d'Amplaing et du pech d'Arignac, jusqu'aux environs du col de Port, dans la vallée de Saurat.

Le granite, un peu recouvert par les schistes métamorphiques et de transition, vient former les sommets élevés des montagnes de Rabat, de Gourbit et le pic des Trois-Seigneurs, passe sous les calcaires, à l'ouest du village de Suc et au sud des vallées d'Auzat, de Vic-de-Sos et de Siguer, se montrant à Laramade et à Lapège, continue vers l'Est à travers les montagnes de Miglos, d'Aston, de Fontargente, forme le massif de pic d'Albe, descend vers Ax et vers la vallée d'Orlu, disparaît bientôt sous les schistes anciens et les calcaires, pour reparaître au Nord, au pic de Tabe ou Saint-Barthélemy, d'où on le poursuit sans discontinuité jusqu'au village de Mercus.

Les schistes anciens forment deux bandes, qui, dans la partie sud du massif granitique que nous venons de décrire, sont assez distinctes. Les calcaires secondaires qui occupent le centre de ce grand bassin ancien, reposent quelquefois directement sur le granit comme à Laramade et à Lapège.

Les calcaires secondaires se relient sur divers points avec ceux des vallées voisines. Ceux de la vallée de Saurat et de Massat sont séparés par le granit du col de Port ; ceux de la vallée de Vic-de-

Sos rejoignent ceux de la vallée d'Aulus par le col de Suc. Quant aux calcaires de la vallée de l'Ariège proprement dite, ils se relient à peu près sans solution de continuité avec ceux de Prades (Montailhou), de la vallée de la Frau, de Monferrier, de Monségur, etc., par les calcaires dolomitiques de Caussou, et par ceux du col de Marmare, ainsi que par les dolomies qui ferment les crêtes entre le Saint-Barthélemy et Prades.

Tels sont les grands caractères physiques et géognostiques de la vallée de l'Ariège. Étudions maintenant avec détail chacune des branches du Z.

1° Branche sud.

Depuis la source de l'Ariège jusqu'au col de Puymorens, on marche sur des schistes de transition argileux, contenant des veines et des amandes de quartz. Un gisement de minerai de fer oxydulé existe sur le point appelé le Minié, au sud de l'Aillat. Ce minerai, autrefois exploité, est aujourd'hui presque abandonné. Une fontaine ferrugineuse des plus salutaires et des plus abondantes est utilisée en ce point par les gens du pays. La direction générale des schistes est de 0,20° N.

Si l'on monte le col de Puymorens et qu'on descende vers la Cerdagne espagnole, il est aisé de voir à Portet et à Porta des granites passant à la protogyne avec des orientations diverses dans les fractures (N. 28° O. — N. 15° E. — N. 24° E. — N. 35° E.). Ces granits sont usés par les eaux à de grandes profondeurs et forment, par des rétrécissements subits des séries de bassins contenant encore des alluvions anciennes et descendant ainsi jusqu'à quelques kilomètres de la Tour de Carol. Là on retrouve les schistes anciens recouverts par de puissants dépôts d'alluvions anciennes qui se relient directement avec ceux de la plaine de la Cerdagne. Les sources sulfuré-sodiques de Quez, de Dorès, des Escaldas, sont disséminées dans les environs de la Tour.

En partant du pied du col de Puymorens, au Pont-Cerda, près de la Cabane de la Douane au sud de l'Hospitalet, et marchant vers Ax, on suit des granites passant aux gneiss, quelquefois aux micaschiste, souvent à la pegmatite à gros et à fins éléments; souvent aussi le granit contient de larges cristaux de feldspath blanc, qui le fait ressembler à celui de Carcanières (Ariège) et à celui du lac d'Oo, près Luchon.

A Saliens, quelques kilomètres après l'Hospitalet, et quelques centaines de mètres après le pont passant sur la cascade, on rencontre

la source sulfurée sodique froide Timbal ou de Saliens, sortant directement de la pegmatite. Cette source est, je pense, une dérivation naturelle de celles de Merens. Sa sulfuration est de 0^{gr},012 de sulfure de sodium par litre, et sa température de 13°.

A Merens existent trois sources sulfurées sodiques chaudes. Elles sourdent dans les éboulis, mais la pegmatite se trouve au-dessous. La première de ces sources a reçu le nom de source Filhol, la dernière celui d'Abraham Sicre; la troisième est la source de la Buvette. Elles se mélangent toutes trois à de l'eau froide.

Après le pont de Larenq à Merens, on voit une bande de schiste talqueux. Cette bande a été suivie assez loin par M. François et par Dufrénoy. J'ai pu moi-même la revoir au pied du Saquet, au sud de la forêt de Caroutch et du lieu dit Escampels.

La vallée, qui depuis le point de départ, avait suivi d'une manière régulière la direction N. 20° à 25° E., est un instant dérangée de son alignement, qu'elle reprend jusqu'à Ax, après le passage du pont de Runac. On est là constamment dans des roches feldspathiques qui passent au gneiss, à la pegmatite à gros éléments par divers intermédiaires, et qui, d'après M. François, contiennent de la tourmaline.

La vallée d'Ax se présente enfin après qu'on a laissé sur la droite la vallée d'Orlu, qui est au Sud le vrai prolongement géologique de la vallée de l'Ariège.

Cette vallée d'Orlu est formée par une immense fracture faisant suite à celle de la vallée, d'Ax à Tarascon, et se continuant à travers l'étroit défilé de la Portaille d'Orlu vers les Pyrénées Orientales. Au sud-ouest de cette vallée, les granites à tourmaline, passant surtout à la pegmatite à grands éléments, quelquefois kaolinisée, forment les grands sommets qui bordent la vallée. Au Nord-Est, ce sont en grande partie les mêmes roches qui reviennent passant quelquefois aux gneiss, et de vrais phyllades y forment quelques pics aigus tels que celui de Braonseil.

A Ax, la vallée fait un coude très-marqué avec celle que nous avons suivie depuis l'Hospitalet; elle prend la direction O. 30° N. environ, qu'elle conserve jusqu'à quelques kilomètres au sud de Tarascon, à la limite des terrains de transition et des terrains secondaires. C'est sur ce coude de la vallée de l'Ariège, là où se joignent les vallées d'Ascou, d'Orlu, de Mérens avec celle d'Ax, que naissent les sources si riches, si abondantes, et si chaudes qui alimentent la station sulfureuse d'Ax.

Ces eaux sulfurées sodiques chaudes et alcalines, sourdent au milieu des détritiques et des alluvions qui comblent la vallée, sortant

d'un granit que nous avons déjà signalé dans les vallées voisines et qui demande ici une description spéciale. Les naissants des sources qui sont au moins au nombre de 80, donnent des eaux dont les degrés de sulfuration varient entre 0^{gr},001 de sulfure de sodium par litre, et 0^{gr},026, la température minimum étant de 23° (eau de la Pompe), et la température maximum étant de 77°,8 (Rossignol supérieur). Les sources ne sont pas en général captées d'une façon convenable. Celles de l'établissement Sicre, mais surtout les sources Vignerie, de la Pyramide, Joly ou du Humage, à l'établissement du Teich, sont parfaitement captées par des procédés basés sur l'étude géologique de la vallée.

Ces sources dont j'ai donné l'étude chimique dans mon travail sur les eaux d'Aix, présentent des phénomènes curieux que je rappellerai simplement ici. La température des sources captées est en général fixe ; pour quelques-unes elle a augmenté pendant l'hiver. La sulfuration éprouve des variations légères, mais indiquant aussi une augmentation après les saisons pluvieuses. Certaines sources (Pilhes, Petite, Sulfureuse, Fontan, Eau bleue) par suite du séjour prolongé dans des bouteilles parfaitement bouchées, m'ont présenté pendant trois années de suite une augmentation dans la sulfuration, qui pour la source Pilhes a dépassé 350 pour 100.

Les eaux d'Aix tiennent une place parfaitement marquée dans la série des sources sulfurées sodiques chaudes des Pyrénées. Elles sont intermédiaires entre les eaux de Luchon et celles des Pyrénées orientales. Comme celles de Luchon, elles contiennent une certaine quantité d'acide sulfhydrique libre, forment des dépôts de soufre, et présentent le phénomène du blanchiment, propriétés spéciales à ces deux seules stations et à une source d'Amélie-les-Bains dans les Pyrénées-Orientales. Comme les eaux d'Olette, elles sont alcalines à leur griffon, qualité qui n'existe pas au griffon des sources de Luchon.

L'étude minéralogique de la station d'Aix est aussi fort intéressante, tant au point de vue de la minéralogie elle-même, qu'au point de vue des caractères qui relient les eaux d'Aix et celles de Luchon. J'ai été le premier à démontrer ce dernier fait en 1862, avec mon ami M. Louis Martin, en présence de MM. le professeur Filhol, Jules François, ingénieur des mines, et Chambert, architecte.

Dans notre travail commun sur l'étude géologique des eaux de Luchon, d'Aix et d'Olette, présenté à l'Institut par M. Daubrée dans la séance du 29 août 1864, nous avons donné une étude

détaillée des faits géologiques et minéralogiques relatifs à la station d'Ax ; je ne vais faire que les énoncer ici.

Trois grands accidents géologiques au moins ont produit dans les Pyrénées du centre des fractures orientées dans trois sens différents qui ont dû servir de point d'issue aux sources thermales que nous avons citées. A Ax, que nous croyons être un point intermédiaire entre Olette et Luchon, nous trouvons des accidents de fracture se rapportant au système de montagne du mont Viso, à celui des Alpes occidentales, et à celui du Thuringerwald (1). Les coupes à travers tout le département qui donnent la démonstration de l'existence réelle de ces fractures ont été présentées dans notre travail commun. A Olette, nous trouvons le prolongement du même accident du Thuringerwald, qui passant par Olette, par la vallée d'Orlu et par Ax, aligne la vallée de l'Ariège jusqu'au sud de Tarascon. A Luchon, nous trouvons les fractures qui peuvent se rapporter au Thuringerwald limitées à des accidents restreints. Les accidents géologiques dominants sont ceux du mont Viso.

Ainsi donc Ax qui au point de vue de la composition chimique de ses sources, d'après les analyses de M. Filhol et les miennes, se trouve relié à Luchon, l'est aussi par les accidents géologiques qui peuvent se rattacher au soulèvement du mont Viso. De même l'alcalinité des sources d'Ax les relie aux eaux d'Olette, et les différencie de Luchon, comme l'accident du Thuringerwald relie entre elles les deux premières stations et différencie la première d'avec la dernière.

L'étude minéralogique de la région d'Ax et de la région de Luchon confirme d'une manière complète les données géologiques et chimiques.

Nous avons vu qu'à Luchon comme à Ax les sources naissent au pied de failles toutes orientées N. 27°, 0. Ces failles sont en général produites dans un granit à éléments variables, à mica blanc, souvent noir. On voit ce granit passer tantôt au gneiss et au micaschiste, qui lui-même passe à un schiste aluno-ferrugineux ; enfin on trouve un granit à grands éléments et la pegmatite, surtout dans le voisinage et sur les fractures N. 27°, 0, du mont Viso. Dans la pegmatite, on a des variétés fort remarquables, entre autres la pierre hébraïque ou pegmatite graphique, identique avec celle que M. J. François a découverte à Luchon, ac-

(1) Les orientations, à Ax, de ces accidents géologiques sont dans l'ordre précédent : N. 27° O. — N. 24° E. — O. 34° N.

compagnée d'un minéral jusqu'ici spécial à Luchon, le mica palmé (4).

Les divers minéraux qui accompagnent la pegmatite dans la région d'Ax sont : des pyrites, des grenats grossulaires, de la pinite, de la tourmaline noire. Cette dernière se trouve en filon dans le granit au nord-ouest d'Ax, dans le quartier de Pontil. Ces mêmes minéraux existent aussi à Luchon, où de plus nous avons trouvé de l'amphibole verte et blanche.

Les granites que nous venons d'examiner sont pour nous des granits métamorphiques et non des granits éruptifs. Des granits éruptifs n'auraient jamais fait leur apparition sans contourner en tous sens les couches des terrains voisins que nous trouvons au contraire généralement peu plissées, au contact du granit lui-même. Les passages d'une roche à l'autre n'auraient pas eu lieu d'une façon aussi régulière que nous les voyons aujourd'hui dans les régions granitiques, le long des grandes fractures du mont Viso, N. 27°, 0, que nous avons suivies à travers le département de l'Ariège et celui de la Haute-Garonne dans une étendue de plus de 50 kilomètres pour chaque région. Une vraie stratification n'existerait pas dans ces granites.

Pour nous, les eaux d'Ax et de Luchon sont encore les représentants de sources thermales plus abondantes sans doute dans des temps géologiques antérieurs, et qui, pendant une série de périodes géologiques, ont accompli une suite de phénomènes métamorphiques, attestés aujourd'hui par une silicification des plus étendues par les granites et pegmatites kaolinisées ou non à mica palmé, à tourmaline, à grenat, etc., que nous avons constamment trouvées alignées le long des fractures N., 27° O., fractures que, d'après les données fournies par M. Élie de Beaumont, et d'après nos coupes générales opérées sur trois points différents de la chaîne, nous avons cru devoir toujours rapporter au soulèvement du mont Viso.

2° Branche ouest.

Cette deuxième branche du Z doit se subdiviser en deux parties, l'une allant d'Ax à Bouan, l'autre de Bouan à Tarascon.

(4) C'est au mois de juin 1862 que j'ai découvert le mica palmé sur la route d'Ax à Prades, à la roche de Carbounade. MM. Martin, Filhol, François et Chambert ont emporté de nombreux échantillons de cette roche.

1° d'Ax à Bouan. Dans tout ce parcours, l'Ariège suit une vallée de fracture alignée suivant la direction régulière O., 30° N. Elle est limitée sur la gauche par des schistes anciens, sur la droite par les mêmes schistes d'abord, puis par des schistes et des calcaires secondaires.

Depuis Ax jusqu'au village d'Unac, on est constamment dans des schistes aluno-ferrugineux qui, à Ax, dans le bosquet de M. Bourges de Clauselle, donnent naissance à une fontaine ferrugineuse mise généreusement par le propriétaire à la disposition des baigneurs. Les mêmes schistes de la montagne de Vaychis et de Perles étaient exploités autrefois pour leur sulfate de fer et leur alun (1). Cette formation schisteuse a une orientation moyenne de O. 10° N. avec un plongement sud. On y trouve de très-nombreuses failles et fractures orientées N. quelques degrés O.

Après le village de Savignac, au-dessous de Vaychis et de Tignac, on voit une bande de schistes quartzeux qui est le prolongement d'une bande pareille immédiatement en contact avec la pegmatite, sur la route de Prades, au-dessus d'Ax. Là cette bande ressemble à une série de rubans blancs et gris juxtaposés. L'orientation est la même sur les deux points. Nous y avons trouvé, avec M. Martin, de la couzeranite.

Au bas de la prise d'eau de la forge du Castelet, ces schistes rubanés occupent l'axe de la rivière, et deviennent micacés. Un peu plus loin, après le pont de Perles, ils contiennent de l'andalouzite et passent à gauche dans les montagnes de Luzenac. Ces schistes quartzeux rubanés semblent établir un niveau au milieu des schistes alumineux que l'on retrouve immédiatement après avoir quitté les précédents et qui accompagnent jusqu'à Unac.

Là ces schistes se terminent par une bande de calcaire, après laquelle commencent immédiatement des schistes argileux bleutés exploités comme ardoises. En prenant le chemin qui, de la route, conduit au pont d'Unac, on voit ces schistes marcher dans la direction O. 15° N., en plongeant vers le Nord. Immédiatement après le pont, ils forment un plissement plongeant vers le Sud, mais conservant la même direction. Le fond de bateau ainsi formé est occupé par un calcaire contenant en grande quantité du fer oligiste. La rive droite de la rivière est limitée par les schistes, la rive gauche par le calcaire.

Les grandes exploitations d'ardoises qui existent dans la seconde

(1) Baron Dietrich, *Description des gîtes de minerais de la France*, p. 147.

de ces bandes m'a permis d'étudier les systèmes de fracture qui la traversent. Les fractures sont orientées N. 5° E. d'une manière fort régulière avec un léger plongement vers le Nord, la schistosité étant dirigée O. 29° N. verticalement. Au mamelon et à la carrière de la Croizette, près de Luzenac, l'on voit dans les plans de la schistosité des bandes de quartz. Un peu avant cette carrière, existe sur les schistes une masse de calcaire ferrugineux et dolomitique, avec des fractures orientées N. 5° E. et un plongement ouest.

Au nord de Lazenac, de l'autre côté de l'Ariège, est un mamelon, celui de Lordat, auquel il est indispensable de s'arrêter quelques instants. En y montant par le village de Vernaux, on voit après les dernières maisons de ce village apparaître l'ophite sur les schistes. Au-dessus est une brèche formée surtout aux dépens des schistes. Des dolomies blanches très-résistantes, comme celles du pont d'Ornolac, près Ussat, occupent un point supérieur et forment les montagnes de Causou. Plus haut, en suivant le chemin de Monséguir par le pic de Tabes, on arrive sur du terrain de transition des micaschistes et des gneiss. Au chemin qui traverse le bois de Salvanières, on trouve le granit à grains fins. A la fontaine de Mouillère-Bonnelle, on voit en quantité de la pegmatite à Tourmaline avec mica blanc ayant une tendance à passer au mica palmé. Au-dessus sont des dolomies parfaitement blanches qui, passant au sud du chemin, forment les massifs supérieurs.

Immédiatement après le col, on arrive sur une carrière de talc parfaitement blanc, schisteux, très-pur, appartenant à M. Durand de Luzenac. Cette carrière semble enclavée au milieu des mica-schistes, elle est formée par un talc schiste plongeant légèrement vers l'ouest.

En remontant du point où est cette carrière vers le village de Prades Montailhou, et passant par le col de Font Albe, on trouve, au milieu du terrain de transition, un calcaire légèrement dolomitique et complètement feuilleté comme un schiste, dont je crois avoir retrouvé des lambeaux dans les environs d'Aix en remontant du côté d'Ascou. Bientôt se dessinent les crêtes d'un calcaire franchement dolomitique contenant en abondance sur certains points moins magnésiens des cristaux de couzeranite. C'est de cette région sans doute, sans que je puisse l'assurer, que viennent des blocs d'une dolomie contenant à profusion des cristaux d'amphibole blanche, pareille à certaines variétés de dolomie du Saint-Gothard. Ces blocs éboulés se trouvent en assez grande abondance dans le chemin du bois de Salvanière. Les dolomies se conti-

nuent directement avec les calcaires de Marmare et se prolongent, en restant supérieures aux schistes d'Unac, vers le port de Pailhères par la vallée d'Asou. Au port de Paillières, on rencontre de nouveau les calcaires feuilletés se portant vers la vallée de Campagna et passant dans l'Aude. Ces calcaires et ces dolomies appartiennent au terrain jurassique inférieur et moyen (étage liasien).

Revenant maintenant au village de Lordat que nous avons quitté pendant quelques instants, nous trouvons dès la première maison un mamelon d'ophite, accompagné d'asbeste, d'épidote, de chlorite, de pyrites de fer, et d'un calcaire blanc laiteux à clivages faciles. Des échantillons de toutes ces roches ont été déposés par moi dès 1861, dans l'intéressant et fort utile musée de l'école de médecine de Toulouse, où le savant professeur, M. Filhol, a déjà réuni la plus grande partie de l'histoire naturelle du midi de la France.

L'ophite de Lordat est assez curieux pour que nous donnions quelques détails minéralogiques. Charpentier est le seul qui jusqu'ici ait décrit un ophite alvéolaire avec oxyde de fer. Je crois avoir trouvé cet ophite à Lordat sur le versant nord de la montagne. La meilleure description que je puisse en faire est de répéter à peu près celle que Charpentier a donnée des ophites de même espèce qu'il a pu voir sur la route d'Ogeu à Oloron et près de l'auberge d'Anhaux entre Saint-Jean Pied-de-Port et Bigerry (1).

Les cavités formées par les alvéoles sont assez irrégulièrement ovoïdes et un peu aplaties, leurs dimensions sont variables, mais pas au delà de quelques millimètres; comme je n'ai pu encore retrouver la roche en place, je ne puis dire dans quel sens marchent les cavités. Elles sont à l'intérieur remplies par de l'oxyde de fer. La roche s'altère au contact de l'air et forme, en se délitant, un produit argilo-ferrugineux.

Si la roche que je viens de décrire est bien un ophite, il y a, il faut en convenir, une certaine différence quant aux dimensions des alvéoles et à leur nombre avec l'ophite décrit par Charpentier, ophite dans lequel il n'a pas trouvé les alvéoles en très-grande abondance. Cependant, quoique je n'aie pu suivre directement sur la roche en place le passage de l'ophite grossier à l'ophite alvéolaire, je ne suis pas éloigné de croire que ma détermination a quelques chances d'être exacte.

Sous le château féodal auquel le rocher de Lordat sert de base,

(1) Charpentier, p. 490.

et vers l'est, on voit les calcaires secondaires contournés en plusieurs sens, reposant sur l'ophite, les calcaires inférieurs à ce dernier contiennent des goniatites et sont transformés sur plusieurs points en marbres griottes; ils plongent vers le Sud.

Ces calcaires, qui sont immédiatement inférieurs à l'ophite et aussi immédiatement supérieurs aux schistes de Garanou et d'Unac, ainsi qu'aux schistes alumineux d'Ax, concordants avec les précédents, nous permettent de faire rentrer provisoirement dans le terrain dévonien cette longue série de couches formées principalement par des schistes alumineux ou ardoisiers. Le terrain jurassique formé par les dolomies et les calcaires amphiboliques que nous avons déjà signalés recouvrirait ophite (1) et terrain dévonien, ce dernier comprenant encore les schistes que nous allons signaler jusqu'à Verdun et jusqu'à Bouan.

En descendant de Lordat vers Urs, on arrive, par un chemin peu fréquenté, dans lequel j'ai trouvé des traces de stries glaciaires sur des fragments d'ophite, au milieu de schistes anciens, argileux et décomposés à la surface, mais pouvant fournir à une certaine profondeur des ardoises pareilles à celles du village de Garanou. On voit aussi, reposant sans doute sur ces schistes, des lambeaux d'un calcaire très-ferrugineux que l'on retrouve encore aux Cabannes (montagne de Saint-Pierre) et au village de Bouan, en contact avec les mêmes schistes. M. J. François pense que ce sont là des îlots du bassin ferrifère de Sem (à Vic de Sos).

Dans le voisinage, à Albiès, existe une mine de fer oligiste dans une gangue quartzeuse. Le minerai ne peut être traité que par le haut fourneau. Ce gisement est aussi tout à fait différent de ceux que l'on rencontre dans la vallée, gisements dont le minerai est formé par la limonite et l'hématite brune.

Des veinules et des veines de galène existent dans le voisinage de la mine de fer d'Albiès, ainsi que sur la rive gauche de l'Ariège, au-dessus de la route impériale, tout près de la roche du Fossat, dans un bosquet d'acacias.

De ce point l'on voit en face le mamelon de Saint-Pierre, dans lequel M. Alzien, officier de santé, à l'obligeance duquel je dois la communication de quelques faits intéressants pour la paléontologie et l'anthropologie de l'Ariège, a découvert un minéral qui très-probablement est de la fluorine.

Entre le mamelon de Saint-Pierre et celui de Lordat existe une

(1) J'admets avec M. Virlet d'Aoust que l'ophite représente ici le trias en bandes stratifiées.

crète calcaire faisant partie d'un massif reposant sur les schistes par des calcaires dolomitiques, et appartenant sans doute comme tous les calcaires de Causou avec dolomie, à la base de l'étage liasien de d'Orbigny, que nous allons bientôt voir prendre un grand développement.

En quittant les Cabannes, on marche de nouveau à la rencontre des mêmes schistes qu'à Unac, à Garanou, etc. Ces schistes, après avoir disparu un certain temps sous les formations calcaires que nous venons de décrire, réapparaissent au milieu de la plaine, et sont coupés par la route au pont Saint-Martin, à la rencontre de la vallée d'Aston. On peut, en ce point, prendre très-exactement leur orientation, qui est de O. 20° N. avec un plongement vers le Sud. Ces schistes traversent constamment la vallée d'une manière oblique; cela se comprend facilement, puisque nous avons vu que, depuis Ax jusqu'à Bouan, l'axe de la vallée de l'Ariège est orienté O. 30° N. On peut les suivre jusqu'au sud du village de Bouan, en traversant les villages d'Aulos et de Sinsat. Dans ces régions, on les voit devenir alumineux comme à Ax et former en masse du beurre de montagne. Vers le village de Larcac existent aussi des débris du bassin ferrifère, exploité par quelques petits propriétaires et par les successeurs des anciens seigneurs de Gudanes.

Sur la rive droite de l'Ariège se dessinent des crêtes calcaires que l'on suit déjà depuis quelque temps avant d'arriver aux Cabannes, et qui bientôt s'élancent au N. O. de Verdun en cimes escarpées et se dressent en forme de murs taillés à pic. Les premières crêtes que nous venons de signaler appartiennent au terrain jurassique, peut-être au lias moyen. Nous verrons, en effet, que dans toute la région de Tarascon, le lias repose sur une formation de dolomies que nous n'avons jamais vu manquer dans les Pyrénées sur aucun des points où la partie inférieure du lias moyen apparaît. Il faut se rappeler que plus haut, à Lordat, nous avons vu des dolomies blanches rejetées par les calcaires dévonien et l'ophite.

Au ruisseau de Verdun, en descendant des métairies de Sourdenq, existe peut-être une faille dont la lèvre S.-E. se serait abaissée et l'autre relevée. De Verdun au pied des murs à pic des roches de Lugeat, nous pouvons suivre une coupe intéressante, que j'ai pu reproduire avec les mêmes détails dans la vallée de Vic-de-Sos, près de Lapège.

A la base est un calcaire gris, d'apparence gréseuse, quelquefois un peu bréchiforme, surtout à la base. Au-dessus sont des alter-

nances de calcaire gris blanc, cristallin, homogène, et de calcaire gris noir, avec cristaux de chaux carbonatée rouge. D'autres séries de couches calcaires d'aspect varié alternent jusqu'à ce que l'on arrive à des schistes alternant eux-mêmes avec d'autres calcaires, dans lesquels on trouve des coupes de fossiles peu reconnaissables, quant à l'espèce, mais dont les genres (Orthocères, Goniatites, etc.), permettent de penser qu'on est dans une formation infra-jurassique. Des dolomies noires et bitumineuses viennent ensuite, supportant les immenses assises calcaires dont l'aspect extérieur est exactement celui des pics de Gar et de Cagire, près Saint-Béat (Haute-Garonne).

Dès que l'on touche aux calcaires dont je viens de parler, la vallée de l'Ariège change de direction et passe de l'O. 30° N. au N. 30° O. C'est là la deuxième partie de la branche ouest du Z de la vallée de l'Ariège.

2° De Bouan à Tarascon. Demeurant encore sur la rive droite de l'Ariège, quelques centaines de mètres après que l'on a descendu des dolomies bitumineuses du pied des escarpements, vers le sentier qui longe la rivière, on rencontre une brèche cimentée par un calcaire ferrugineux et surmontées d'une assise de calcaire gris compacte, reposant en stratification complètement discordante sur les calcaires précédents. Nous retrouverons plus loin, dans la vallée de Tarascon, entre Surba et Bédeillac, la répétition exacte des assises que je viens de signaler, et auxquelles je donnerai alors leur vraie signification.

Les grandes masses de calcaires jurassiques se continuent ainsi, jusqu'à Ornolar, près Ussat, et des dérangements nombreux formés par des fractures, des glissements et des failles, se distinguent dans deux assises de ces grands calcaires, l'une grise, l'autre bleuâtre, assises que nous trouverons parfaitement superposées l'une à l'autre à la rencontre des deux vallées de l'Ariège et de Vic-de-Sos.

Déjà, dès 1861, dans nos notes à l'Académie des sciences de Toulouse, avec MM. Rames et Filhol, et dans notre brochure : *L'Homme fossile de Lombrive et de Lherm*, 1862, les fossiles que nous avons trouvés dans la région d'Orlonac, nous avaient permis de dire que ces calcaires appartenaient à l'étage liasien de d'Orbigny.

C'est principalement dans les schistes de la vallée d'Ornolac que se trouvent à l'état de pyrite décomposée ou à l'état de limonite les Bélemnites, Ammonites, etc., qui nous avaient permis de déterminer cette formation calcaire comme faisant partie du lias.

Pendant quatre années j'ai vainement cherché dans la vallée d'Ussat, pas un fossile n'a pu m'y fournir une indication; ils paraissent y manquer d'une manière complète, à part cependant dans les calcaires argileux du côté droit où l'on retrouve les mêmes genres qu'à Ornodac.

Sur la rive gauche de l'Ariège, à partir de Bouan, on voit des calcaires lithologiquement pareils à ceux de Lugeat, surmonter les schistes de transition sans qu'il soit parfaitement possible de voir le contact. Ils suivent la vallée jusqu'au pont d'Ornodac, où apparaissent, à la base d'un plissement, des dolomies blanches qui occupent la partie inférieure de ces calcaires, pour disparaître bientôt. Tous ces calcaires liasiens viennent, à gauche et à droite de l'Ariège, se prolonger jusqu'à l'entrée de la vallée de Vic-de-Sos à Sabart et à Quié d'un côté, et jusqu'à Tarascon de l'autre.

Nous ne saurions aller plus loin sans nous arrêter maintenant sur un des points les plus intéressants de la vallée, au village et à la station d'Ussat-les-Bains.

Les eaux d'Ussat sont des eaux sulfatées calciques et magnésiennes, se rangeant dans la catégorie des eaux salines, que l'on regarde actuellement comme étant constamment en rapport avec l'ophite. Ces eaux sont thermales, leur température, d'après mes dernières recherches de 1862, était de 36°,8. Utilisées dans un bel établissement, elles ont exigé des travaux spéciaux pour les maintenir et empêcher les infiltrations des eaux de l'Ariège. M. François a habilement retenu les sources chaudes autour des griffons exploités, au moyen d'un système de pression hydrostatique des plus ingénieux et des plus sûrs. Si quelquefois des mélanges d'eau froide ont diminué subitement la température de l'eau thermale, la faute en est à des mains inexpérimentées qui ont voulu changer des détails dans un système dont elles ne tenaient pas la clef. Heureusement pour les sources et les malades, l'œil du maître a su voir la faute, et quelques minutes ont suffi pour rétablir les niveaux abaissés dans les canaux à niveaux fixes.

Les sources d'eau thermale n'existent pas seulement là où l'on a fait des captages pour l'établissement thermal; les naissants fourmillent dans toute la vallée, comme l'ont prouvé certaines fouilles et comme le démontrent certains ruisseaux dont l'eau est constamment thermale, soit pendant l'été, soit pendant l'hiver. Une série interrompue de nappes d'eau minérale doit donc exister au milieu des alluvions qui combtent la vallée.

Ces sources thermales d'Ussat naissent au pied d'un grand plissement, avec fracture en plein calcaire liasien (étage liasien de

d'Orbigny). Du chemin allant d'Ussat à Tarascon, tout le long de la montagne, on peut parfaitement voir, en regardant vers le Sud, les calcaires qui surmontent le village d'Ussat-les-Bains former un grand plissement dans le sein de la vallée. Ces calcaires commencent par une brèche à couleurs variées (rouge, jaunâtre, bleue, grise, blanchâtre), qui existe surtout le long du petit chemin sortant d'Ussat au niveau de l'hôtel Cassagne Alexis. Cette brèche se voit encore par lambeaux dans les grottes situées au-dessus de cet hôtel, et appelées les églises d'Ussat, où la stratification finit par devenir presque verticale. A mesure que l'on monte dans les calcaires, on leur voit prendre la couleur bleue du lias, si caractéristique dans certains pays (*blue lias*). Sur bien des points on peut apercevoir des zones bleues entourées par des zones grises uniformes, et l'on se rend facilement compte de cet arrangement, par suite de l'usure et de l'altération de la partie extérieure de la roche au contact de l'air, l'intérieur étant encore intact. Sur certains points, en général peu faciles à aborder, on voit dans le calcaire des coupes de fossiles qui sont probablement des huîtres, mais qui ne ressemblent nullement aux coupes de fossiles du calcaire à Dicérates. C'est la présence de ces fossiles peu déterminables qui avait fait penser à Dufrénoy que les roches en question étaient des calcaires crétacés inférieurs. Ces derniers existant dans la vallée, il nous a été facile de comparer les deux et de voir combien ils étaient différents l'un de l'autre.

En remontant la vallée d'Ussat jusqu'au col de ce nom, on voit peu à peu le calcaire bleu du lias, vers l'extrémité du plissement, passer à un calcaire plus brun, argilo-ferrugineux assez résistant, qui, à son tour, passe insensiblement aux schistes argileux, qu'on peut suivre jusqu'au pied de la montée du bois de Fabouscur, où ils alternent avec des calcaires, pour se terminer bientôt sur les crêtes de Lugeat par des calcaires probablement plus récents. C'est surtout la succession des terrains se rattachant à cette coupe qui m'a permis de classer les schistes et les calcaires de la vallée de Tarascon.

Sur la gauche, en prenant la route du village d'Ussat d'en bas à Tarascon, on suit quelque temps un mamelon allongé de l'E. à l'O., formé par des calcaires passant aux schistes, et qui sont, comme je viens de le dire, superposés aux calcaires situés entre Ussat et Sabart. On voit en effet sur la rive gauche de l'Ariège ces calcaires redressés verticalement. On peut les suivre même à travers la rivière, au pont d'Alat, se rattachant à la stratification des schistes qui, elle aussi, est verticale et dirigée dans le même

ens, de l'E. à l'O. Du reste, encore ici, comme au sommet d'Ussat-les-Bains, les calcaires passent insensiblement aux schistes. La vallée des deux villages d'Ussat, en bas et en haut, est ainsi formée par des plissements qui se font suite et orientés suivant le système de la côte d'Or rapporté en ce lieu E., 42° N.

Dans toute la vallée, ces schistes argileux sont interrompus par des couches de calcaires schisteux et quelquefois bréchoïdes contenant des débris de fossiles.

En approchant de Tarascon par le chemin neuf d'Ussat, il est facile de voir les schistes que nous étudions recouverts par un calcaire formant une brèche cimentée par une gangue de chaux carbonatée avec géodes offrant une infinité de rhomboèdres inverses de ce minéral. Je crois que c'est là la base d'un terrain différent de celui dans lequel nous avons marché depuis Ussat et Bouan, terrain auquel appartiennent les calcaires gris blancs qui surmontent les schistes de la montagne de l'Abécède à Tarascon, semblables à ceux du fond de la vallée. C'est sans doute, comme nous le verrons plus loin, au terrain crétacé inférieur qu'il faut rapporter ces calcaires. La brèche formant la base de ce terrain sur ce point, semble avoir été pénétrée par une eau thermale et minérale qui aurait déposé les cristaux de chaux carbonatée tapissant toutes ses fissures. Des sources pareilles à celles d'Ussat, et de même origine, dont on pourrait peut-être trouver des traces dans les alluvions de la vallée au pré Lombard, vers la base de la montagne, pourraient bien avoir fourni les éléments qui ont cimenté les diverses parties de cette brèche particulière.

Les schistes qui existent sur le versant sud de la montagne de l'Abécède, semblent aussi, sur certains points, avoir été pénétrés par des eaux minérales de la nature de celles qui traversent les terrains ophitiques. Les fissures qui existent sur le point appelé le Laousas, fissures complètement remplies par de la chaux carbonatée formant de véritables filons, la présence de sources, froides il est vrai, mais très-abondantes et très-séléniteuses naissant un peu au-dessous du point que nous venons d'indiquer et utilisées pour les usages journaliers des habitants de Tarascon, me feraient supposer que les terrains ophitiques existent sur ces points, comme je suppose qu'ils existent sous le plissement d'Ussat-les-Bains.

Si l'on se rapproche du village de Sabart et que l'on pénètre dans la vallée de Vic-de-Sos, la route et la rivière sont bordées de chaque côté par des escarpements dans une roche que l'on reconnaît bientôt pour être celle de Lugeat et celle d'Ussat. On est encore là dans l'étage liasien. En entrant dans la vallée, on voit

sur la rive gauche de la rivière, les calcaires (fig. 1) plonger assez brusquement vers le Nord, après avoir subi un plissement complet. Il est facile aussi de voir qu'il existe dans l'épaisseur de ces calcaires deux zones différenciées par la couleur : la supérieure est bleue, l'inférieure est plus grisâtre. A la base de cette dernière, on peut voir la stratification, tantôt horizontale, tantôt plissée, jusqu'à la forge Sans. A cette même base existe une brèche qui se retrouve sur divers points de chaque côté de la vallée, et aussi dans l'intérieur de plusieurs des grottes qui sillonnent ce calcaire. Cette brèche est pâle en général et ressemble beaucoup sur d'autres points à celle que nous avons déjà signalée à Ussat. On voit que, de chaque côté de la route, les couches se correspondent à peu près dans les calcaires quant à la direction et à la marche de la stratification.

Arrivé au village de Niaux, on a des deux côtés de la vallée deux vallons secondaires, l'un montant de la rive gauche vers le village de Genat, l'autre se dirigeant à partir de la rive opposée vers la métairie d'Albiech. Ces deux vallons sont formés par une solution de continuité dans les calcaires que nous suivons.

Ces calcaires forment en grande partie la montagne qui est au nord de Lapége. Mais en montant vers ce village, on voit bientôt apparaître sous les couches calcaires redressées vers le N. une dolomie blanche passant peu à peu à une dolomie noire. Sous celle-ci existe, comme sous celle de Lugeat, une suite d'alternances de schistes argileux avec des calcaires un peu gréseux et colorés en jaune par de l'oxyde de fer. Ces dernières assises reposent sur le granit par l'intermédiaire d'un calcaire bréchoïde. Entre le granit et ce calcaire existe aussi une couche peu épaisse, il est vrai, d'une roche qui a une grande ressemblance avec une roche amphibolique décomposé.

En montant du village de Lapége au col qui conduit à Génat, on trouve bientôt la dolomie noire, bitumineuse, passant souvent à une brèche assez commune dans les terrains que nous étudions maintenant ; [cette dolomie prend un développement très-considérable et forme même tout un massif en ce point, compris entre les calcaires que nous avons suivis d'abord et qui appartiennent au lias (étage liasien) et une seconde formation peut-être indépendante de cet étage. Aux environs du village de Carniés dans la vallée de Rabat et au-dessus du village de Semis, dans la vallée de Vic-de-Sos, immédiatement au-dessus des terrains de transition supérieurs contenant le gîte métallifère, etc., la même dolomie noire bitumineuse, plus ou moins développée, se trouve constam-

ment à la base des calcaires que je crois former l'étage liasien de d'Orbigny.

Si nous nous transportons de nouveau à la rencontre des vallées de l'Ariège et de Vic-de-Sos, au village de Sabart, il est facile de voir que les calcaires liasiens qui plongent vers le Nord, comme nous l'avons dit plus haut, se trouvent encore ici, de même qu'à Ussat-les-Bains et à Ussat d'en bas, en contact avec des calcaires plus argileux qui finissent, eux aussi, par passer aux schistes argileux, plongeant dans le même sens et suivant la même direction que les calcaires liasiens auxquels ils se trouvent visiblement superposés (fig. 1).

Cette même formation schisteuse occuperait tout le fond de la vallée de Tarascon, à partir du village d'Ussat d'en bas jusqu'au village de Qué. L'on voit quelquefois ces schistes passer à un calcaire noir fétide injecté de veines de chaux carbonatée, ayant des fossiles très-peu reconnaissables, et formant des mamelons au milieu de la plaine, au contact du calcaire liasien lui-même, comme à Mesplaisirs, à Quié, à Sacani, etc. Ces schistes se poursuivent encore jusqu'au pied des montagnes de Soudour, de Calmés, de Miremont. Ils reposent en ces points sur un calcaire dolomitique à Bédeillac, moins dolomitique à Calamés, non dolomitique à Miremont.

Dans cet étage schisteux se trouvent *Pecten æquivalvis*, *Belemnites digitatus*, *Griphæa cymbium*, dont on trouve des fragments dans les environs de Rabat, avec des Ammonites pareilles à celles des schistes également jurassiques du vallon d'Ornolac.

Dans les calcaires liasiens, les fossiles sont très-rares; je n'en ai pour ma part trouvé encore que quelques-uns très-mutilés, presque méconnaissables. Ce sont surtout des fragments d'Ammonites venant des environs de Sabart et de Génat. A Vic-de-Sos existe une formation calcaire on ne peut plus riche en Bélemnites, signalés déjà par M. François et représentant le calcaire à Belemnites de Dufrénoy.

On sera peut-être étonné de me voir ainsi déterminer et délimiter le terrain jurassique de la vallée de Tarascon sans un plus grand nombre de fossiles que ceux que j'ai déjà signalés. Mais le géologue est appelé à étudier dans les terrains autre chose que la paléontologie et la stratigraphie, car ces deux études ne fournissent pas toujours des éléments suffisants pour la détermination de l'âge des terrains. Les fossiles manquent très-souvent, comme c'est le cas dans la vallée que j'étudie, et alors la stratigraphie

des terrains et l'examen lithologique des roches restent seuls au géologue.

Il faut, pour arriver sûrement, étudier les systèmes de fracture qui sillonnent les terrains, il faut suivre avec la boussole les failles, les cassures qui entament les couches stratifiées, chercher les relations qui existent entre les directions les plus générales et les plus répandues, voir la manière dont se comportent les unes par rapport aux autres, la stratification et les fractures, et ces dernières entre elles. En faisant connaître à la science son système des soulèvements, M. Élie de Beaumont a rendu à la géologie un service des plus considérables. Il a signalé un fait constant, le seul qui ne fasse pas défaut, et qui puisse, interprété avec rigueur, guider sûrement le géologue dans ses recherches ; son œuvre est une œuvre de génie.

C'est en examinant avec soin les systèmes de fractures et de failles de la vallée de l'Ariège et corroborant par là les quelques indications fournies par des fossiles trop peu nombreux, que j'avance aujourd'hui que les calcaires bleus de Vic-de-Sos et de la vallée de Niaux jusqu'à Sabart, ainsi que ceux de Lugeat et d'Ussat, appartiennent au lias moyen (étage liasien de d'Orbigny), que les dolomies (passant quelquefois à des schistes dolomitiques) représentent le lias inférieur, et que les schistes argileux qui forment presque en entier le fond de la vallée entre Ussat et Rabat sont supérieurs à ces derniers calcaires. Pour moi, d'après l'étude que j'ai pu faire, soit seul, soit avec mon savant ami M. Martin, du terrain jurassique de l'Aveyron, je n'hésite pas à regarder notre étage des schistes avec alternances de calcaire, comme représentant les marnes supraliasiques.

La partie du terrain secondaire que nous avons examinée jusqu'ici a été colorée sur la carte géologique de France comme terrain crétacé. Dès 1861, dans nos notes avec MM. Rames et Henri Filhol sur les cavernes de la vallée de Tarascon, nous avons fait remarquer à l'Académie des sciences de Toulouse que cette détermination de la carte géologique de France devait être changée et qu'il fallait marquer comme appartenant au terrain jurassique la plupart des roches qui étaient rapportées au terrain crétacé inférieur.

Cela ne m'a pas cependant empêché de trouver aussi dans la vallée de Tarascon les calcaires crétacés inférieurs que MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy y ont parfaitement signalés, mais dont M. Leymerie nie l'existence. Pour bien voir cet étage, il m'a

fallu du temps, et la grande difficulté surtout a été pour moi de bien indiquer la séparation avec les couches jurassiques. Je crois aujourd'hui avoir réuni tous les matériaux nécessaires à la démonstration du fait que j'avance, et dont l'étude va suivre.

Si du village de Surba, au pied de la montagne de Soudour, l'on s'avance vers le village de Bédeillac, on marche sur des alluvions probablement assez anciennes reposant sur les schistes déterminés déjà comme jurassiques et qui se dégagent des cailloux roulés de la plaine dès les premiers pas que l'on fait dans la montagne de Soudour. Après le village de Surba, dans un pâturage communal, gisent d'énormes blocs éboulés, formés par la réunion de très-nombreux et de très-gros fragments de calcaire cimentés par une gangue calcaire et ferrugineuse. Ces blocs, détachés de la montagne, indiquent là une formation nouvelle peu en rapport avec ce qui a été vu jusqu'ici dans la vallée. De ce point, regardant la montagne, on aperçoit la roche en place d'où sont venus les blocs éboulés que nous avons signalés. Cette roche est une vraie brèche formée par de gros éléments dans le bas, et par des éléments de plus en plus fins à mesure que l'on monte vers la partie supérieure; ces éléments fins passent peu à peu à un calcaire de teinte assez claire si on la compare surtout à celle des schistes inférieurs, compacte, résistant, dur, fétide, contenant des coupes de fossiles, le vrai calcaire à dicérates de Dufrénoy, qui surmonte la brèche. La stratification du calcaire et de la brèche plongent à 45° vers le sud. Sous cette formation existent les schistes argileux jurassiques reposant eux-mêmes sur les calcaires jurassiques qui leur sont inférieurs et dont la stratification plonge aussi vers le sud, mais d'une manière presque verticale. Ces calcaires passent peu à peu à un calcaire dolomitique formant une brèche qui donne un marbre comparable au petit antique sur certains points seulement.

Le calcaire à dicérates, que nous avons trouvé surmontant la brèche, occupe plus de la moitié supérieure de la montagne de Soudour. Il forme comme un véritable chapeau sur les schistes jurassiques. Peut être au-dessus de lui existe-t-il des lambeaux de calcaire à milliolites?

A la montagne de Calamès, on trouve la même superposition qu'à Soudour, moins la brèche, qui n'existe que par places. En longeant les schistes depuis le pied de cette montagne jusqu'à Rabat, on reste constamment dans la formation schisteuse de la base, qui peu à peu passe au calcaire, comme on peut le voir au quartier dit Talou. C'est dans les environs de ce point que j'ai

trouvé le *Pecten æquivalvis*, la *Gryphæa cymbium*, des Ammonites fort rares et fragmentées, des Bélemnites, des Térébratules en très-mauvais état de conservation. A l'approche d'une sorte de col conduisant de Rabat à Saurat (fig. 3), au quartier de Brougue, l'on voit de nouveau la superposition des schistes et des calcaires jurassiques plongeant N. E., ainsi que de la brèche et du calcaire à dicérates plongeant S. O. On marche quelque temps sur le calcaire à dicérates, jusqu'à la roche de Miremont, aux environs de laquelle existe un banc de Térébratules caractéristiques de la craie inférieure, la *Terebratula Cuvieri* (1). L'on rentre bientôt dans les schistes jurassiques, au milieu desquels existe une faille N. 27° O. visible au passage de la Serre. Plus loin, en montant vers le pic appelé le Mont, on rencontre des grès psammites visiblement supérieurs à ce que nous avons vu jusqu'ici, et qui, recouvrant le jurassique et le crétacé inférieur, peuvent se ranger dans l'étage crétacé supérieur (turonien) des grès et dalles de celles que nous allons étudier plus loin. Chose fort intéressante, la faille du mont Viso qui a entamé les calcaires jurassiques et crétacés inférieurs, n'a nullement produit de dislocation dans cet étage des grès, preuve certaine que ces grès sont postérieurs au soulèvement du mont Viso. Bientôt l'on trouve, sous un calcaire dont l'apparence rappelle le lias moyen, une formation dolomitique très-épaisse, formant le pic du Mont et se poursuivant jusqu'au-dessus de Carniés, au contact d'une couche calcaire qui repose elle-même sur le terrain de transition. Bientôt après l'on rencontre le granite.

Remontant la vallée de Gourbit, on relie facilement les calcaires d'apparence liasique, la dolomie noire, bitumineuse, et le calcaire inférieur avec ceux de Génat, de Niaux et de Lapège, suivant toujours les uns par rapport aux autres l'ordre dans lequel nous les avons décrits. Le même ordre de superposition se retrouve dans le lambeau de terrain secondaire de la vallée de Saurat.

Pour me résumer sur la partie des terrains que je viens de décrire, je donnerai la coupe générale S. N. partant du granite de Lapège jusqu'à la montagne de Soudour (fig. 4) : d'abord le granite sur lequel repose, par l'intermédiaire d'une bande de transition et d'une couche d'une nature particulière, sans doute amphibolique, que nous examinerons plus tard, une formation calcaire inférieure à la dolomie; la dolomie tantôt massive,

(1) Détermination de mon savant ami M. Duportal, ingénieur des ponts et chaussées.

bitumineuse ou non bitumineuse, tantôt formant brèche; les calcaires du lias moyen (étage liasien de d'Orbigny); les schistes argileux que je regarde comme représentant les marnes supraliasiques, dans lesquels existent des couches calcaires. Enfin le crétacé inférieur plongeant en stratification complètement discordante sur le jurassique, commençant par une brèche calcaire que surmonte le vrai calcaire à dicérates et enfin les grès que je déterminerai déjà comme turoniens. J'ajouterai que le calcaire crétacé inférieur tel que je viens de le décrire existe encore dans deux autres points de la vallée: au col qui conduit de Quié à Genat (vallée de Tarascon), et dans le plateau de Génat, ainsi que sur le flanc des montagnes de Verdun, entre le dernier village et celui de Sinsat, où l'on revoit la brèche et le calcaire formant une sorte de placage sur la partie la plus inférieure du lias inférieur, plongeant en stratification complètement discordante sur ce dernier, le milieu du massif calcaire entre la vallée de Tarascon et celle de Verdun près des Cabannes en paraîtrait dépourvu.

Si, passant dans la vallée située au pied du versant nord de la montagne de Soudour, nous prolongeons la coupe que je viens de donner jusqu'au granite du Pech d'Arignac, nous trouvons de chaque côté de la vallée une masse gypseuse offrant un intérêt tout particulier. La vallée est resserrée, et presque taillée à pic en partie dans un granite gneiss, en partie dans le gypse. Déjà, dès 1862, j'ai donné à l'Académie des sciences de Toulouse la description de cette vallée et des couches qui y sont entamées. La vallée marche dans le sens O. 18° N. et la masse gypseuse est coupée par la vallée, puisqu'il existe des exploitations à ses deux extrémités sur chaque rive du ruisseau. La première exploitation que l'on rencontre, en entrant dans la vallée par le village d'Arignac, est tout près du moulin de la Guerre, sur la rive droite de la rivière de Saurat; la dernière exploitation, en continuant à suivre la vallée, est sur la rive gauche de la même rivière, non loin du moulin d'Aybrham. L'ensemble marche O. 30° N.

Le gypse de la vallée que nous venons de parcourir est en rapport, dans le voisinage d'Arignac, avec un granite gneiss à feldspath rose. Immédiatement en face du moulin d'Aybrham, on voit l'ophite, souvent transformé et décomposé, formant stratification et alternance avec le gypse. Cet ophite présente quelquefois un type particulier; il est poudingiforme, d'une couleur vert foncé. Sur certains points, l'on peut voir ces blocs détachés et formés par des alternances peu épaisses de gypse et d'une matière verte chloritée et amphibolique. Le gypse lui-même contient des feuilletés

de mica blanc et de talc. La masse gypseuse offre souvent des parties plus talqueuses que d'autres.

Les variétés de gypse que fournissent les carrières exploitées sont assez nombreuses : il y a du gypse blanc, translucide, à grains très-fins, donnant l'albâtre ; on trouve du gypse dur, cristallin, résistant, il devient souvent sacchoroïde, passe au gypse grossier friable. J'ai trouvé une variété se rapprochant beaucoup de la sélénite, mais cependant moins résistant qu'elle. Enfin l'anhydrite accompagne presque toujours le gypse cristallin et dur. Des cristaux de pyrites et de quartz sont abondamment répandus dans toute la masse.

Ce n'est pas indifféremment que toutes ces variétés sont répandues dans la bande exploitée. Le gypse cristallin, dur, avec anhydrite, est surtout répandu vers l'extrémité est, du côté d'Arignac ; vers l'autre extrémité existent surtout les variétés que nous avons signalées en dehors des deux précédentes. Le granite est en rapport peut-être direct avec le gypse du côté d'Arignac, où existent l'anhydrite et la pierre à plâtre dure et cristalline.

Ce gypse passe par le côté sud de la bande sous le terrain jurassique, et on le voit recouvert par ce dernier sur un espace de 200 mètres au moins ; par le côté nord, il est en rapport avec une bande de calcaire gris, dur, résistant, cristallin et surtout cristallisé vers l'extrémité qui touche aux villages de Menac et d'Arignac. Ce calcaire lui-même, formant une bande très-peu épaisse, repose par l'intermédiaire de schistes de transition peu puissants sur le granite.

Pour moi le gypse que nous venons de décrire et dont on trouve une exploitation analogue dans la vallée d'Arnavé, à peu de distance d'Arignac, occupe très-probablement la place du trias, et représente ce terrain. J'ai déjà plusieurs exemples de terrains ophitiques et gypseux tenant dans l'ordre de superposition la place du trias, comme l'a trouvé aussi M. Virlet.

A Vic-de-Sos, entre les calcaires jurassiques de Suc et le granit d'Orus et d'Ilié, existe une masse ophitique de près de 50 mètres d'épaisseur, qui paraît avoir été formée avant le dépôt des bandes jurassiques qui la recouvrent en l'accompagnant dans toute la hauteur. La stratification des calcaires jurassiques n'est nullement contournée, elle est seulement redressée en masse d'une manière presque verticale, et le plan inférieur repose immédiatement sur l'ophite.

Ce plan inférieur n'est nullement tourmenté dans sa position par rapport à la roche sous-jacente, qui, si elle était une roche

éruptive, n'aurait pas pénétré entre le calcaire et le granit sans la plisser, ou les écarter l'un de l'autre d'une manière très-irrégulière.

Au-dessous de Lapège, non loin du chemin conduisant à ce village par Niaux, les mêmes relations entre le granite, l'ophite et les calcaires jurassiques se retrouvent encore. Dans la vallée de Tarascon existent aussi des rapports semblables entre les trois roches que nous venons de nommer. Enfin à Salies (Haute-Garonne), tout près de Saint-Martory, les ophites et les gypses représentent un terrain ancien, le trias, sur lequel repose la partie supérieure de l'étage crétacé supérieur, et non du terrain de transition, comme l'a indiqué M. Leymerie dans le compte rendu des sciences de la Société géologique de France en 1862. MM. Hébert et de Rouville avaient dès leur première exploration jugé cette question avec la perspicacité et l'habitude du géologue vraiment praticien. Comme nous le verrons plus loin, mes recherches dans cette partie de la Haute-Garonne et de l'Ariège ont parfaitement concordé dans leurs résultats avec les idées émises sur les lieux mêmes par les deux savants professeurs. L'étude des directions et des soulèvements appliquée à la détermination des terrains de cette région des Pyrénées est venue me fournir un élément de plus pour la solution du problème. Les granites d'Espencoussés, le terrain de transition représenté dans cette région par des schistes déterminés comme antésiluriens par la Société géologique de France, le gypse et l'ophite de Salies et des environs, sont des terrains émergés après l'époque triasique par un grand accident du Thuringerwald. Ces terrains se trouvent exactement sur le prolongement du grand axe de ce soulèvement, que nous avons pu aligner d'un côté, à partir d'Aix par la vallée d'Orlu en le prolongeant par une série de failles et de fractures jusque sur les gräus d'Olette dans les Pyrénées orientales, de l'autre côté conduisant la vallée de l'Ariège, d'Aix aux environs de Tarascon, soulevant le grès rouge entre Cadarcet et Lescure (aux environs de Saint-Girons). Arrivant à Salies, les failles, les fractures, les accidents de tout genre, orientés O. 31° N., représentant l'accident du Thuringerwald, se retrouvent uniquement dans les terrains anciens que nous venons de signaler, et disparaissent dès qu'on entre dans les terrains jurassiques et crétacés (1).

(1) C'est en étudiant cet accident curieux du Thuringerwald que j'ai pu avoir la certitude que le terrain houiller et la houille existent dans l'Ariège, quoique l'affirmation si formelle de M. Leymerie, « les

Il n'y a plus de doute aujourd'hui, pour moi, que dans certains points le trias ne soit représenté par des gypses et des ophites, et je partage pleinement l'opinion de M. Virlet. Je crois par suite que la question des ophites, malgré les travaux si remarquables de Palassou et de Charpentier, est loin d'être jugée. Le meilleur moyen de les étudier avec un profit réel serait d'en faire une étude stratigraphique et une analyse chimique sérieuses et complètes. C'est par l'intelligente et sage application de ces trois sciences réunies et par l'aide que leur a portée la paléontologie, que Cuvier, Élie de Beaumont, de Senarmont, d'Archiac, Daubrée, Delesse, Lartet, etc., ont fait de la géologie une science qu'aujourd'hui l'on peut regarder comme l'une des plus sûres et des plus imposantes dans ses résultats.

Quant aux gypses que j'ai décrits dans la vallée d'Arignac, les faits que j'ai suivis avec soin me laissent croire que ces gypses ont été formés comme les terrains de dépôt et non comme les terrains éruptifs. Après leur formation en strates, ils ont probablement subi des phénomènes métamorphiques dus à l'action d'eaux minérales aujourd'hui taries, sans doute, et qui ont eu leur maximum d'action sur le gypse au voisinage du granit, lui-même métamorphisé. Je ne puis donc partager complètement l'opinion de Charpentier et surtout celle de Durocher, qui voulaient que ces gypses eussent été d'abord le produit du métamorphisme.

Je terminerai la description des roches stratifiées de la vallée de Tarascon, en disant que c'est dans les calcaires jurassiques et crétacés que j'ai examiné avec M. H. Filhol plus de 50 cavernes dont la plupart nous ont offert des matériaux paléontologiques

Pyrénées françaises sont dépourvues de houille et même de terrain houiller », m'ait bien donné à réfléchir avant d'avancer ce fait, à la découverte duquel mon illustre et désintéressé maître, M. Lartet, m'a aidé par l'indication de fruits caractéristiques de l'époque houillère. Aujourd'hui j'ai vu la houille, je l'ai analysée et j'en connais plusieurs gisements. Pour des motifs indépendants de ma volonté, je suis forcé d'ajourner la terminaison et la publication d'un travail pour lequel mes recherches ne sont pas complètes encore. Je dois dire aussi que mon ami, M. Louis Martin, a découvert dans les Basses-Pyrénées, pendant qu'il était ingénieur des mines à Pau, un vaste lambeau de terrain houiller et une couche de houille de 5 mètres d'épaisseur. Ainsi donc, le terrain houiller et la houille existent dans les Pyrénées françaises. Il est à peu près sûr aussi, malgré M. Leymerie, que le terrain permien fait partie des couches soulevées sur le versant nord des Pyrénées.

assez nombreux pour nous permettre d'arriver à des conclusions appuyées par des faits rigoureusement observés sur la haute antiquité de l'homme sur la terre. Aussi citerai-je une phrase de M. le professeur d'Archiac à leur sujet : » Nous aurions ainsi dans » ces seules vallées du bassin de l'Ariège les éléments d'une chronologie humaine, que nous n'avons encore trouvée nulle autre » part aussi complète sur un aussi petit espace. » (N° 20 de la *Revue des cours scientifiques*. Le 16 avril 1864.)

3° Branche Nord.

En quittant la vallée de Tarascon, l'Ariège coule vers Foix dans la direction moyenne de N. 20° à 25° E. L'on suit quelque temps le granit gneiss passant à une sorte d'eurite quelquefois colorée en vert, quelquefois complètement amphibolique dans le milieu même de la masse. A Bonpas l'on rencontre l'entrée de la vallée d'Arnavé avec ses gypses sur la gauche et ses calcaires secondaires sur la droite.

Quelques cents mètres plus loin, un peu avant le village de Mercus, on aperçoit sur le penchant de la montagne, à droite, une ancienne exploitation dans un calcaire d'aspect particulier. C'est un véritable marbre. Le plancher de la carrière a la forme d'un dôme; il y existe des fractures assez nombreuses, dont les directions principales sont O. 16° N. et N. 24° E. On trouve dans ce calcaire des cristaux de pyrite de cuivre et de fer, ainsi que du mica blanc, dont les feuilletés les plus extérieurs ont pris une coloration carminée. Les pyrites sont distribuées suivant une même ligne de couche, et varient beaucoup dans leurs dimensions. Les mêmes calcaires se retrouvent encore sur l'autre rive de l'Ariège dans une partie de la plaine entre Arignac et Ampaing, avec les mêmes caractères qu'à Mercus. L'exploitation de ces calcaires est aujourd'hui abandonnée. Une bande d'ophite existe tout à côté de la carrière de Mercus, sous le calcaire et sur le terrain de transition.

En quittant le village de Mercus, dominant sur la droite des roches granitiques exactement semblables à celles que nous avons déjà étudiées à Ax. Les mêmes accidents géologiques quant aux directions existent ici comme à Ax. Tout cela a lieu soit qu'on s'élève dans la montagne, soit qu'on traverse de l'autre côté de la vallée pour y suivre la roche en place. Partout un granite passant au gneiss et au micaschiste, et à la pegmatite à éléments plus ou moins altérés, à Jarnal, à Montaulieu, à Seigneau, sont exploitées

des carrières de kaolin. A Saint-Antoine, la roche que l'on voit passer insensiblement du gneiss à la pegmatite est complètement pétrie de tourmaline noire formant souvent de beaux cristaux. Dans toutes ces roches les plans de division alignés sur le mont Viso, N. 27° O., sont on ne peut plus fréquents.

Bientôt se présente sur la droite de la route un calcaire offrant un aspect particulier ; il est injecté de veines blanches qui tranchent sur un fond bleu, dans lequel nous avons trouvé des orthocères et d'autres fossiles très-probablement siluriens et fort difficiles à déterminer exactement, vu leur mauvais état de conservation. Plus loin apparaît une roche amphibolique formant une éminence allongée jusqu'à l'entrée de la vallée de Saint-Paul-de-Jarret (1), ayant à son extrémité sud une brèche schisteuse et un calcaire très-différent du précédent.

Le côté gauche de la vallée est limité de Montoulieu à Foix par des pegmatites de la syénite, une assez large bande de schistes de transition dans laquelle est exploitée à Ferrières une mine de fer carbonaté, formant malheureusement des masses interrompues ; un granit passant à l'arène se prolonge ensuite jusqu'à Foix.

Sur le côté droit de la vallée on ne rencontre plus, après Saint-Antoine, que le rocher Montgaillard, sur lequel nous reviendrons bientôt, et qui à lui seul donne, après une étude attentive, la clef de la superposition des terrains de la vallée de Saint-Paul et de Celles. En se rapprochant de Foix on rentre dans les terrains stratifiés que nous allons étudier avec attention.

Si du pont de la préfecture au pied du mont Saint-Sauveur on suit la route de Vernajouls, les couches stratifiées se présentent presque verticalement dans l'ordre suivant :

1° Une suite de couches appartenant à un calcaire gris blanc, donnant sur certains points une pierre lithographique peu exploitable, contenant des coupes de fossiles visibles dans toute la formation, fétide, à cassure à peine esquilleuse. C'est là un calcaire exactement semblable à celui que j'ai décrit à Bèdeillac comme surmontant la brèche visible sur les flancs de la montagne de Soudour. MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont les ont en effet indiqués comme appartenant tous deux au calcaire à dicérates. M. Leymerie fait de celui de Bèdeillac un calcaire jurassique, et de celui de Foix un calcaire à dicérates. Pour ma part, je n'hésite

(1) Cette roche amphibolique, ophitique, pourrait bien appartenir ici au terrai^z de transition.

pas un instant à adopter les déterminations de MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy. Une térébratule crétacée, la *Terebratula sella*, trouvée dans les couches de Saint-Sauveur, me prouve l'exactitude du fait avancé par les savants auteurs de la carte géologique de France, et la similitude de roche entre le calcaire que j'étudie actuellement, et celui de Bédeillac donne aussi plus de certitude à la détermination que j'ai faite de l'âge de ce calcaire.

2° Une bande de 3 mètres d'épaisseur d'une couche argilo-ferrugineuse avec de nombreux pisolites, le tout ayant une couleur rouge très-prononcée ; jusqu'ici pas de fossiles dans cette formation.

3° Une large formation de calcaires dolomitiques roses en général, terminés par

4° Une bande fossilifère, décrite déjà par M. d'Archiac dans l'*Histoire des progrès de la géologie*. Cette bande part du milieu du col qui est au nord de la chapelle de Saint-Sauveur, descend jusqu'à la route à travers le bois de chênes qui couvre les flancs de la montagne. Les fossiles qu'on y rencontre indiquent une formation essentiellement jurassique. Ainsi il y existe 5 à 6 espèces de Térébratules, parmi lesquelles j'ai pu reconnaître la *Subpunctata* et la *Globata*, des Ammonites, des Bélemnites, une Lima, des Peignes, etc.

5° Des alternances de schistes et de calcaires plus ou moins marneux, sans fossiles.

6° Une épaisse couche de calcaires marneux à couleur un peu foncée.

7° Un conglomérat bréchiforme à éléments de moyennes dimensions et à coloration foncée.

8° D'autres calcaires marneux, après lesquels arrive une suite de couches brisées tourmentées en tous sens. Jusqu'à ce point tout est vertical ou plonge vers le sud à mesure que l'on se rapproche de Foix. Si l'on continue à s'avancer vers le village de Vernajouls, les mêmes couches se présentent exactement dans un ordre inverse avec un plongement vers le nord, depuis la couche de calcaire marneux jusqu'à la couche pisolitique et à la série d'assises crétacées qui la recouvrent, y compris la bande fossilifère, parfaitement placée au contact des calcaires dolomitiques et des alternances marneuses. On ne peut pas douter qu'il y ait là un plissement dans un terrain appartenant à la partie supérieure du lias supérieur, comme du reste le pense aussi M. d'Archiac.

Le rocher de Foix est formé par un calcaire à surface cariée et qui se trouve sur plusieurs points du département, surtout dans

le Saint-Gironnais, qui, réuni au terrain crétacé déjà décrit, forme probablement l'étage du grès vert. Jusqu'ici je n'ai trouvé aucun fossile dans ce calcaire carié, le calcaire à dicérates m'a présenté seulement quelques polypiers des test d'huîtres, des Orbitolines et enfin la *Terebratella sella*, déjà citée plus haut.

Ces calcaires crétacés inférieurs sont recouverts par une formation différente, composée de grès calcaires passant d'un grès grossier à un grès plus fin, alternant avec des argiles schisteuses. Cet étage contient des hippurites et d'autres rudistes, et de plus il est séparé du calcaire à dicérates et du calcaire du rocher de Foix, avec lesquels il marche en stratification complètement discordante, par une brèche visible du pied au versant sud de la montagne de Saint-Sauveur. Ce n'est qu'à force de recherches attentives et surtout répétées que j'ai pu découvrir cette brèche, en ce point. Aussi, pour ma part, je suis loin de partager l'opinion de M. Leymerie, qui trouve tout naturel de réunir en ce point l'étage céno-manien et l'étage turonien (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2 mars 1863, p. 371). Je regarde comme très-complète, ici comme en beaucoup d'autres lieux, la séparation du terrain crétacé inférieur et du supérieur.

Je reviendrai du reste, plus loin, sur le terrain crétacé inférieur et supérieur, que je me propose d'étudier d'abord dans la vallée de Celles, plus tard dans la vallée du Salat, et enfin jusqu'à Betharran et au sud d'Oloron, dans les Basses-Pyrénées.

Le Pech de Foix est exactement composé comme Saint-Sauveur; le plissement, en marchant vers Caraybat, y existe au complet. On peut regarder cette montagne, se poursuivant jusque vers Leycherc, comme formée par le simple prolongement de ce plissement de Saint-Sauveur. Les couches montrent quelquefois leur tranches fracturées sur le versant sud entre Foix et Leycherc. Le versant nord est complètement couvert par le terrain crétacé inférieur comme du côté de Vernajouls, et occupe tous les sommets qui longent la vallée de Pradières vers le sud pour prendre une grande épaisseur dans la montagne de Lherm (1). La couche fossilifère traverse la vallée de Foix au niveau de la gare du che-

(1) Dans le mamelon de Lherm, existe la fameuse caverne de Lherm, que sa faune nous a fait déterminer comme étant de l'âge de l'ours des cavernes. Quant aux recherches faites par mes amis et par moi au sujet de la contemporanéité de l'homme et des espèces éteintes, elles nous ont conduit à accepter le fait de cette contemporanéité comme exact, déjà dès 1861. En 1862, M. l'abbé Pouech arrivait à des

min de fer, se prolonge au-dessus de l'hôtel Lacoste, au niveau duquel les dolomies roses prennent un grand développement.

Si nous suivons maintenant la série des terrains soulevés à travers la plaine de Vernajouls jusqu'aux couches tertiaires encore horizontales, nous rencontrons à La Barre des grès probablement turoniens, auxquels appartiennent les argiles exploitées à une tuilerie peu éloignée. C'est là qu'on a trouvé des traces de lignite. M. Leymerie a voulu comparer ces grès à ceux du massif d'Ausseing, mais les doutes que j'ai sur la description des terrains environnants ce massif, bien plus curieux et bien plus intéressant qu'on n'a pu le supposer jusqu'ici, m'empêchent d'accepter la comparaison faite par mon confrère. En continuant toujours vers le nord, se présentent successivement le terrain nummulitique, les grès de Carcassonne et le poudingue des montagnes, contre lequel vient buter horizontalement le terrain tertiaire miocène. Ces terrains ont été l'objet de communications très-discutables et très-discutées à la Société géologique de France, de la part de M. Leymerie. Les faits que j'ai pu observer moi-même sur les terrains décrits par le professeur de Toulouse et parcourus par la Société géologique de France en 1862 sont tellement en désaccord avec les idées de mon confrère M. Leymerie, que je crois utile, au point de vue de l'examen des divisions qu'il établit, de consacrer un travail spécial à l'étude de ces terrains.

Je ne chercherai pas à établir dans le terrain crétacé supérieur des divisions à l'infini, comme le font en général certains géologues, mon intention est de bien montrer les points de séparation de ce terrain avec le crétacé inférieur, car c'est faute d'avoir bien étudié les points de contact avec les terrains voisins qu'on a fait des confusions fâcheuses et incroyables. J'ai vu ce terrain, pris par M. Leymerie pour du terrain de transition à Salies (Haute-Garonne), pour du jurassique à Celles (Ariège) et pour du terrain post-pyrénéen à la limite des deux départements que je viens de citer.

Les vallées de Saint-Paul, de Jarrat et de Celles (Ariège) me semblent être le point le plus convenable pour étudier complète-

conclusions opposées. M. le professeur d'Archiac ainsi que les savants français, anglais et allemands qui nous ont fait l'honneur de peser avec soin les raisons que nous apportions à l'appui de notre opinion, ont complètement accepté nos conclusions. M. Leymerie n'a pas cru devoir partager la manière de voir des respectables savants dont je parle.

ment la position relative du terrain crétacé supérieur et ses points de contact avec les terrains sous-jacents. La vallée de Saint-Paul est fermée au nord et au sud par des montagnes assez élevées. Ces montagnes accompagnent la vallée l'espace de 12 à 15 kilomètres à peu près. Les crêtes jurassiques faisant suite au Pech de Foix forment une lande à peu près uniforme qui va passer sous les calcaires crétacés inférieurs de Nalzin, se continuant eux-mêmes avec ceux de Belesta, de l'Aude et des Corbières. Les montagnes du sud de la vallée sont très-élevées et forment les contre-forts du pic de Saint-Barthélemy ou de Tabes. Le fond de la vallée est occupé par le crétacé inférieur, apparent sur un point, surtout dans la vallée de Celles, et par le *crétacé supérieur*, qui forme les mamelons arrondis dont la plaine est hérissée; nous allons le prouver.

Si, venant de Mercus à Saint-Paul, nous passons par le col de Croquié jusqu'au quartier nommé Rouil, nous marchons sur les granites, les micaschistes et la pegmatite. Les roches ont tout à fait la même apparence qu'à Ax, à Montoulieu et à Mercus. Au quartier dit Rouil (n° 5, coupe), on trouve des micaschistes à la rencontre du terrain devonien sans doute. En descendant à Saint-Paul par les crêtes qui sont à droite de la vallée d'Antras, on arrive bientôt sur des schistes décomposés, et de loin on aperçoit des crêtes calcaires saillantes. Au pied d'une de ces crêtes, vers le sud, est bâtie la métairie de Saint-Genès. Avant d'arriver à cette habitation, on rencontre une bande étroite de calcaire avec des orthocères indéterminés et la *Cardiola interrupta*, calcaire pareil à celui de Saint-Antoine. On est donc dans le terrain silurien supérieur. Les couches plongent au sud, passant très-visiblement sous les alternances dévoniennes. Il n'est donc pas possible, comme l'a marqué M. Leymerie (voy. la coupe n° 4), que ce terrain soit du jurassique. Aussi, pour expliquer sa présence, il avait fallu que mon collègue invoquât un double renversement, du reste incompréhensible, de ce calcaire que les fossiles et la stratigraphie me permettent aujourd'hui de remettre dans sa vraie position non renversée et toute naturelle. En poursuivant la descente vers le nord et vers Saint-Paul, il est facile de voir les assises saillantes de calcaire plonger toujours au sud, toute la masse marchant avec une régularité constante E. 30° à 35° N., c'est-à-dire suivant un axe de soulèvement, qui n'est autre que le système du Hundsruock rapporté géométriquement dans cette région. Bientôt on rencontre une brèche avec éléments composés des roches appartenant aux ter-

rains précédemment cités dans cette région. Cette brèche forme la séparation du tertiaire silurien supérieur avec un autre terrain composé d'alternances de grès et d'argiles schisteuses, contenant, à la métairie des Issards, près Celles, et dans les bas-fonds de Leychère, des hippurites, des radiolites, des sphérulites, des cyclolites et de nombreux polypiers. C'est l'étage turonnien dont les strates plongent au nord en stratification complètement discordante avec le terrain silurien supérieur qui le supporte à Celles et à Saint-Paul. Ce terrain règne constamment entre Saint-Paul et Montgaillard. Au sud du roc de Montgaillard, le turonnien s'appuie sur le jurassique composant le roc, par l'intermédiaire d'une brèche servant encore de base à cet étage de grès au nord du pic de Montgaillard, d'où il s'avance contre le jurassique de Tres-Mounts et du Pech de Foix, dont il est séparé par une brèche régnant partout depuis Saint-Genès (de Cambon, pour ne pas confondre avec le Saint-Genès précédent, dit de Celles), jusqu'aux environs de Soula et de Leychère, comme elle existait à Saint-Sauveur-de-Foix, entre le crétacé inférieur et ce même étage des grès avec rudistes.

En coupant directement vers le nord, depuis le sommet du Pech de Foix, au-dessus de Saint-Genès-Cambon (fig. 6), après avoir laissé le terrain jurassique, on retrouve les calcaires à orbitoline, à *Terebratulina sella*, c'est-à-dire crétacés inférieurs, séparés du jurassique par la bande pirotique rouge de Saint-Sauveur, visible ici par places seulement, passant au-dessous de la grotte de Lherm et plongeant là sous le crétacé inférieur et avec lui pour ne plus reparaitre. Avant d'arriver au promontoire de Lherm, à son côté sud, le fond de la vallée de Pradières est occupé par un calcaire marneux et par l'étage des grès, souvent psammites, de Celles et de Saint-Paul, qui se développent sur la gauche, vers l'ouest. Au nord du promontoire de Lherm, même répétition; ce calcaire marneux et les grès (étage crétacé supérieur, turonnien) plongent au nord.

Ici commence la base du terrain tertiaire, le groupe d'Alet (d'Archiac), comme l'a démontré M. l'abbé Pouech (*Bulletin de la Soc. géol.*, tome XIX, planche XIV, fig. 3). Ce groupe est composé de grès pyriteux, d'un banc de lignite, de grès et de marnes rouges, le tout occupant le fond de la vallée de Lherm, jusqu'à mi-hauteur environ de chaque côté. Au-dessus de ces marnes rouges existe un banc calcaire et une autre assise marneuse qui se rattachent au même groupe d'Alet, d'après M. l'abbé Pouech (*Bull. Soc. géol.*, tome XXII, page 18). Ce calcaire, découvert par M. Pouech, est de formation d'eau douce et contient des lymnées,

des paludines ou des cyclostomes et des physes, etc., peut-être aussi des fragments de carapace de tortue. Ce calcaire serait ce que M. Leymerie a appelé tantôt épicrotécé (base), tantôt garummién (supérieur), et qu'il est seul aujourd'hui à ranger dans le crétacé supérieur. — L'étage d'Alet se perd sous les alluvions du plateau de Tournac.

Au-dessus du membre supérieur du groupe d'Alet commence la partie moyenne du tertiaire inférieur, c'est-à-dire le terrain nummulitique, que je diviserai, avec MM. d'Archiac et Pouech, en calcaire à milliolites, visible à Saint-Jean-de-Verges, dont il forme les crêtes de droite; calcaires marneux, marnes bleues, avec turritelles, visible à gauche et à droite, ou plutôt au nord et au sud du chemin de Villeneuve; calcaire marneux, grès et marnes occupant en partie le nord de Villeneuve.

Vient ensuite la partie supérieure du terrain tertiaire inférieur ou formation lacustre comprenant les grès de Carcassonne, si développés de chaque côté de la vallée de l'Ariège, entre la Causadette et Crampagna. Au nord de ce village, près Las-Rives, se montre le poudingue des montagnes, sur lequel repose enfin le tertiaire moyen ou miocène.

Quant au terrain tertiaire supérieur ou pliocène, il me suffira de dire ici, faute d'éléments complets pour le bien déterminer, que je l'ai trouvé seulement sur ce qu'on appelle les coteaux de la plaine où il est représenté presque toujours par des cailloux roulés siliceux, rougeâtres, plus ou moins gros, parfaitement ressemblants à ceux du plateau de Lannemezan. Ces cailloux quartzeux, rarement granitiques, ont un tel facies qu'il est impossible de ne pas les reconnaître même au milieu de cailloux roulés des alluvions quaternaires anciennes. Dans son ensemble le long de la chaîne des Pyrénées, le terrain pliocène me paraît pouvoir être considéré comme un dépôt ayant son maximum de développement et d'épaisseur vers l'ouest dans les Basses-Pyrénées, et son minimum de développement et d'épaisseur vers le département de l'Ariège et de l'Aude. Quant au côté E. de la chaîne, je crois jusqu'ici que les dépôts correspondants à ceux que je viens de mentionner vers l'ouest sont différents de ceux-ci, mais il me serait difficile de préciser leur nature.

En arrivant à l'époque quaternaire, de grandes et difficiles questions se présentent, celles des glaciers et de leurs dépôts. Poussée par mon savant collègue et ami M. le docteur P. Marès, j'ai entrepris l'étude de cette intéressante époque géologique. Voici mes résultats généraux.

Des alluvions miocènes et pliocènes, sans doute, remplissaient à la fin de cette dernière époque les anfractuosités de la vallée de fracture qu'aujourd'hui nous appelons la vallée de l'Ariège (1). Ces alluvions ont rempli certaines cavernes où je n'ai pas eu de la peine à les reconnaître, grâce à leur facies spécial, que j'ai signalé plus haut, facies, je le répète encore, complètement différent de celui des alluvions quaternaires anciennes. Des glaciers dont les roches burinées, les cailloux striés et les blocs erratiques sont les témoins irrécusables, descendus des sommets granitiques de la chaîne des Pyrénées ariégeoises, venaient se reposer et glisser sur ces alluvions tertiaires qu'ils ont affouillées et entraînées au loin avec leurs moraines latérales et frontales (bords ouest des montagnes de Tabes, environs de Tarascon, de Vic-de-Sos, de Mercus, de Montoulieu), barrant les défilés des vallées étroites (Ussat, Tarascon, Foix, etc.). Sous l'influence des conditions climatologiques, la fonte de ces glaciers a entraîné la formation de cours d'eau puissants, de lacs, dont les alluvions sont encore marqués par les plateaux de cailloux roulés des environs des Cabannes à Sourdunq, à Tarascon sous l'Abécède, Cerles, Gourbit, etc. Les digues des lacs entraînées, peu à peu le niveau de l'eau s'abaissa, les alluvions déposées furent entamées, des terrasses de cailloux roulés échelonnées les unes au-dessous des autres indiquent encore les niveaux anciens des cours d'eau jusqu'à celui qui déposa le plateau d'alluvions anciennes régnant sans discontinuité dans les plaines de Tarascon, d'Arignac, de Mercus, de Foix. A ce moment peut-être les glaciers prirent-ils une nouvelle extension, comme l'indiqueraient les blocs erratiques reposant sur la plaine alluvienne que je viens de signaler et sur les flancs de certaines montagnes tout le long de la vallée de l'Ariège (Soudour, Tarascon, Mercus, Saint-Antoine, etc.). C'est entre ces deux périodes glaciaires, mais à une époque plus rapprochée de l'extension des premiers glaciers, qu'auraient été habitées par l'homme les grottes des Enchantées, de Bonicheta, de Lherm, de Loubens, contenant, avec la faune des alluvions quaternaires anciennes, les débris de l'homme et de son industrie. C'est à la même époque que l'homme de l'âge de l'*Ursus spelæus* aurait fréquenté la station de l'Infernet près Venesque,

(1) Ainsi entre Arignac et Bon-Pas existent des alternances de cailloux roulés et de sables fins, plissés et fracturés suivant au moins deux directions, E. 26° N. et N. 24° E., sur lesquelles reposent en stratification discordante des dépôts glaciaires et des couches d'alluvions anciennes.

où les alluvions quaternaires anciennes recouvrent les débris de la faune correspondante et les restes de l'industrie humaine.

Les mêmes phénomènes glaciaires que je viens de signaler dans la vallée de l'Ariège existent aussi dans la vallée du Salat (Saint-Gironnais).

Je signalerai de plus, en terminant, l'existence d'un glacier descendant de la chaîne entre Foix et Saint-Girons et s'étendant vers la plaine jusqu'à plus de 30 kilomètres des crêtes les plus élevées qui lui servaient de point de départ.

Explication des coupes.

- N° 1. Bassin entre les granites de Lapège et d'Arignac. — 1. Granite. — 2. Micaschiste et gneiss. — 3. Gypse et ophite (trias). — 4. Dolomie (base du jurassique). — 5. Étage liasien de d'Orbigny. — 6. Marnes supra-liasiques (schisteuses). — 7. Crétacé inférieur (calcaire à dicérates). — 8. Alluvions anciennes.
- N° 1 bis. Vallée de Tarascon coupée par une faille dirigée dans la direction de Saurat O. 34° N. — 1. Granite. — 2 et 2'. Schistes métamorphiques et terrain de transition (la transition n'existe que sur le côté nord de la faille). — 3. Gypse et ophites. — 4. Calcaire dolomitique passant à la brèche (petit antique). — 5. Étage liasien de d'Orbigny. — 6. Marnes schisteuses supra-liasiques. — 7. Crétacé inférieur. — 7'. Crétacé inférieur ou étage liasien. — 8. Alluvions.
- N° 2. Coupe du bassin entre les granites de Tabes et ceux de Luzenac. — 1. Granite. — 2. Schistes ardoisiers. — D. Calcaire dévonien à Goniatites. — 3. Ophite. — 4. Calcaire magnésien métamorphisé. — 5. Calcaires secondaires. — 6. Alluvions de l'Ariège. — Faille coupant la vallée dans le sens O. 34° N. Les schistes ardoisiers marchent O. 40° N.
- N° 3. Coupe entre le pic du Mount et le quartier dit Talou (vallée de Rabat). — 4. Dolomie à la base du jurassique. — 5. Étage liasien de d'Orbigny. — 6. Marnes supra-liasiques. — 7. Calcaire crétacé inférieur, avec un banc de *Terebratula Cuvieri* en T et une brèche à la base en B. — 9. Grès calcaires et psammites avec alternances schisteuses et argileuses, représentant, suivant moi, le crétacé supérieur. Une faille dirigée N. 27° O. a tout fracturé et relevé jusqu'au crétacé supérieur exclusivement.
- N° 4. Coupe de M. Leymerie entre Mercus et le Pech de Foix. — Gr. Granite. — Dév. Dévonien. — J. Jurassique passant sous le dévonien. — Ci. Crétacé inférieur.
- N° 5. Coupe du docteur F. Garrigou entre Mercus et le Pech de Foix. — Gr. Granite et schistes métamorphiques. — Dév. Dévonien. — Silur. sup. Silurien supérieur avec couche à orthocères indéterminés à *Cardiola interrupta*, etc., en arrière de la métairie de Saint-Genès. — Brèche séparant le silurien supérieur avec l'étage

des grès de Saint-Paul et de Celles ou crétacé supérieur. — Brèche séparant l'étage à grès du — Roc jurassique de Montgaillard, avec la même — Brèche de séparation sur le versant N., sur laquelle repose encore — Le crétacé supérieur formé toujours par les grès avec nouvelle — Brèche au contact du — Jurassique de Tres Mounts et du Pech de Foix, sur le versant N. duquel repose

- N° 6. Le crétacé inférieur Ci (calcaire à Orbitolines) avec la couche pisolitique rouge P à la base. — Cs. est le crétacé supérieur avec un calcaire à Rudistes à la base. — 1, 2, 3, 4, 5, 6, est l'étage d'Alet, composé par : 1, grès pyriteux; 2, lignite; 3, grès; 4, marne; 5, calcaire Pouech; 6, marne rouge. — 7. Étage inférieur du nummulitique (calcaire à Miliolites). — 8. Étage moyen du nummulitique, marnes bleues à Turritelles et calcaire marneux. — 9. Étage supérieur du nummulitique, calcaire marneux, marnes et grès. — 10. Groupe lacustre ou grès de Carcassonne. — 11. Poudingue des montagnes. — 12. Miocène. — A. Alluvions quaternaires anciennes formant le plateau inférieur de ces alluvions dans la plaine.

Les longueurs et les hauteurs des coupes sont à volonté, mais les distances relatives sont exactes.

M. Virlet fait observer à M. d'Archiac que si M. Garrigou a cru devoir rapporter les gypses d'Arignac et d'Arnave, comme il l'a fait lui-même (voyez page 325 de ce volume) à la formation du keuper, il ne l'a probablement fait que par induction et que parce que les gypses de Rimont, de Lescure et des environs de Saint-Girons qui se lient aux marnes irisées et aux grès bigarrés de la montagne de Garié appartiennent bien positivement à cette formation.

Le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante qui lui a été adressée par M. de Chasteigner :

Lettre de M. le comte de Chasteigner sur les silex taillés du bassin de la Creuse.

Bordeaux, le 18 mai 1865.

Monsieur,

Je vous prie d'offrir en mon nom à la Société géologique de France le travail que j'ai publié du 16 au 24 novembre 1864, dans le *Journal d'Indre-et-Loire*, sur la question alors si controversée des ateliers de l'âge de pierre découverts dans le bassin

de la Creuse et en particulier aux environs du Grand-Pressigny.

Aujourd'hui cette question paraît se ranimer, plus vive, plus ardente que jamais, entre ceux qui pensent y voir des objets réellement anciens et ceux qui ne veulent y reconnaître que des résidus, plus ou moins modernes, des fabrications de pierres à fusil. Je sais que les noms les plus autorisés de la science sont mêlés à cette discussion, et je n'oserais y prendre part, si je n'avais pas la conscience d'agir complètement sans parti pris, après avoir depuis très-longtemps (une vingtaine d'années au moins) étudié ces questions de l'âge de pierre, et enfin de connaître, mieux peut-être que bien d'autres, ce pays qui depuis une dizaine d'années est devenu le mien, dans lequel je passe tous les ans une grande partie de l'année, et où j'ai fait le premier les découvertes dont on s'occupe tant aujourd'hui.

Plusieurs personnes auxquelles dans le principe j'avais fait part de mes découvertes, et notamment M. l'abbé Chevalier, ont cru pouvoir s'en attribuer la priorité; mais, sur mes réclamations motivées, la Société archéologique de Touraine, dans sa séance du 22 février 1865, a reconnu et déclaré qu'il est incontestable que cette priorité m'appartient, et que le premier atelier de ce genre découvert et signalé en Touraine l'a été par moi dès novembre 1857, sur ma terre de la Custière, située sur les cantons de Preuilly et du Grand-Pressigny (Indre-et-Loire), et que toutes les autres découvertes faites depuis lors, par d'autres personnes, sont postérieures à celles que j'ai faites à cette époque, non-seulement à la Custière, mais encore à Barrou, à la Petite-Guerche, etc.

Le travail dans lequel j'ai examiné cette question à divers points de vue, ayant paru dans le journal du département, n'a pu avoir une publicité complète et sa mise en brochure a été retardée par des circonstances indépendantes de ma volonté. Je n'ai rien dit alors, que je n'aie vu et étudié longuement, moi-même, sur place. Toutes les nouvelles observations que j'ai faites depuis l'impression de cet article sont venues confirmer à mes yeux ce que je disais alors. Je ne puis donc aujourd'hui que confirmer de nouveau les conclusions de ce travail que je sou mets à l'appréciation des membres de la Société.

J'ai écarté pour le moment, sauf à l'examiner plus tard, la question des silex de la période quaternaire, qui peuvent se rencontrer dans le bassin de la Creuse, mais je me suis attaché à étudier les grands ateliers de cette partie du département d'Indre-et-Loire, notamment ceux de la Claisière dans les environs

du Grand-Pressigny, qui ont été le plus visités par des personnes étrangères au pays.

Dans cette étude, je me suis surtout attaché à démontrer, comme on pourra s'en convaincre en la lisant, que ces ateliers ne pourraient être des restes de fabrication de pierres à fusil, mais bien les résidus de la fabrication d'armes ou d'instruments de l'âge de pierre, exploitée par des races existant à une époque anté-historique, et par conséquent relativement très-ancienne.

Je ne puis donc aujourd'hui, malgré ce que l'on a dit depuis, que répéter le résumé de ce que j'écrivais alors.

Je ne prétends pas nier absolument qu'on ait pu accidentellement et sur quelques points exploiter des silex pour faire quelques pierres à fusil, mais je n'en ai jamais eu la preuve, et je crois, après les réserves que j'ai faites, que nos grands ateliers du bassin de la Creuse n'ont pas été destinés à cette fabrication de pierres à fusil, qu'ils ne sont *ni aussi anciens, ni aussi récents* que quelques personnes l'ont supposé; qu'ils ne renferment, au moins ceux reconnus jusqu'ici, ni dards, ni pointes de flèche, mais *des fabriques de ces longs couteaux, dits Celtæ*, de haches polies et les instruments de cette fabrication; qu'ils partagent avec les bassins de quelques rivières et le Périgord surtout les centres de fabrication de haches polies, en silex, et que ces haches ébauchées, dégrossies plus ou moins finement sur les lieux mêmes des gisements des silex, pouvaient ensuite être polies dans d'autres ateliers.

Bien que je ne leur attribue pas la fabrication exclusive des longs poignards, je crois, jusqu'à ce qu'on me signale ailleurs des ateliers aussi importants et aussi nombreux, que c'est d'eux que sont principalement sortis ces longs et beaux poignards trouvés en tant de lieux si éloignés les uns des autres. Je vous ai montré à Bordeaux de beaux poignards trouvés aux environs de cette ville, à Saint-Médard, localité où il n'existe pas de silex, et qui sont, tant par leur fabrication que par la nature de la matière, évidemment sortis de nos ateliers de Touraine.

Je crois enfin que ces fabriques appartiennent au dernier temps de l'âge de pierre, à l'époque des lacs, des dolmens et des tumuli, que leur durée a pu être fort longue, qu'elles ont dû subsister assez longtemps, même après la découverte et l'emploi des métaux, et qu'en tout cas leur importance a été très-considérable, ainsi que l'attestent les vastes emplacements occupés par ces ateliers.

Aussi n'est-ce pas seulement sur quelques points du canton du

Grand-Pressigny qu'ils existent, mais on peut dire que, sauf quelques rares intervalles, ils couvrent des kilomètres de longueur sur les deux rives du bassin ; ils ont dû fournir pour les peuplades habitant ces contrées, non-seulement des objets nécessaires à leur existence, mais un important élément d'échange, une véritable industrie, qu'on peut bien appeler *la plus ancienne industrie de la Touraine*.

Je vous ai montré un assez grand nombre des objets qui avaient servi à mes observations. Vous avez vu des échantillons de différentes espèces de longs couteaux et de poignards parfaitement finis et les noyaux dont on les avait détachés, les masses et les marteaux qui avaient servi, soit à enlever ces longs éclats, soit à les amener à un remarquable fini. Je vous ai montré des haches ébauchées et des haches polies faites avec *la même nature* de silex, en vous présentant les exemplaires à tous les degrés intermédiaires de la fabrication, depuis l'ébauche la plus grossière jusqu'au point où il ne reste plus qu'à la passer au polissoir. Je vous ai montré des échantillons de la fabrication moderne des pierres à fusil, ainsi que les instruments que j'avais faits moi-même avec ces matériaux. Vous avez pu reconnaître facilement la différence qui caractérise cette industrie moderne de la fabrication ancienne, constater que nos noyaux, nommés aujourd'hui *livres de beurre*, ont servi à la fabrication des poignards et des haches polies. Vous avez vu que, lorsque le silex se fendait bien, on en tirait le plus grand nombre de couteaux possible, et qu'on employait ce qui restait du noyau, lorsque son volume le permettait, à faire des haches polies, et que ces nucléi que nous rencontrons aujourd'hui sur les lieux de fabrication ne sont, en général, que les rebuts délaissés, et rendus impropres, par un accident quelconque, à fournir soit une hache finie, soit de nouveaux couteaux.

Je suis persuadé que si je pouvais montrer ainsi cette industrie à ses divers degrés de fabrication aux personnes le plus éloignées de l'admettre, elles ne pourraient, de bonne foi, résister à l'évidence des faits.

Sans prétendre avoir tranché cette question d'une manière absolue, je l'ai assez étudiée pour n'avoir avancé, vous avez pu vous en convaincre, que des faits bien constatés, et j'ai l'espoir que des observations bien faites par les hommes habitués à ces études confirmeront de plus en plus les conclusions que j'ai dû tirer des faits que j'ai examinés.

M. G. de Mortillet fait observer que les maires d'Abilly et du

Grand Pressigny ont fait une enquête dans le pays, et qu'ils n'ont pu découvrir aucun témoignage en faveur de l'hypothèse qui veut voir dans les livres de beurre des résidus de la fabrication des pierres à fusil.

M. Valérien de Möller, de Saint-Petersbourg, présente une nouvelle carte géologique de la Russie d'Europe, composée et offerte à la Société par M. de Helmersen. Ensuite il fait quelques communications sur les recherches géologiques dernièrement exécutées par lui dans diverses parties de la Russie d'Europe.

C'est, entre autres, une plus grande extension du calcaire carbonifère à Fusulines que celle connue jusqu'à présent, que M. de Möller a trouvée dans la partie centrale de la Russie; il l'a poursuivie dans une bande étroite des environs du couvent de Sarow (gouvernement de Tamboff), au village Pourdischki, sur la rivière Mokscha (gouvernement de Pensa), et jusqu'au village de Schutilowo, situé sur la rivière Alatyr, dans le gouvernement de Nijni-Nowgorod. De ce point, le calcaire à Fusulines se continue plus loin à l'est, et probablement il est dans une alliance directe avec les calcaires carbonifères qui constituent les monts de Géguli, sur la péninsule de Samara.

M. de Möller ajoute encore quelques mots sur les relations stratigraphiques qui existent entre les divers dépôts du système permien en Russie, dont il a eu déjà l'occasion de parler en détail dans la séance du mois de mai de la Société géologique de Berlin; il résulte de ses recherches que le « *Dyas* », comme M. Ludwig l'a représenté dans l'ouvrage si bien connu de M. Geinitz, n'existe pas du tout en Russie. On n'y trouve que les dépôts marins, soit sous forme de calcaire et de dolomie, soit sous forme de grès, de conglomérat et de marne, qui sont souvent parfaitement contemporains. Les grès, les conglomérats et les marnes se sont développés principalement dans la partie orientale de la Russie, — où le calcaire joue un rôle subordonné, — tandis que dans les autres contrées de ce vaste pays le système permien n'est presque représenté que par des dolomies et des calcaires quelquefois très-argileux. Le gypse s'y montre très-irrégulièrement, tantôt entre les calcaires et les dolomies, tantôt entre les grès, les conglomérats et les marnes.

Dans les calcaires de Kungur, que M. Ludwig a considérés comme une formation d'eau douce (1), M. de Möller vient de trouver des échantillons parfaits de *Clidophorus Pallasi*, Vern., associés avec la *Terebratula elongata*, Schloth., le *Pinus Auerbachi*, Ludw., et la *Conferva Renardi*, Ludw., ce qui démontre absolument l'origine marine de ce dépôt, qui ne contient des plantes terrestres que parce qu'il s'est formé dans le voisinage d'un continent (l'Oural) et d'une quantité d'îles formées des couches soulevées et souvent même fort plissées du système carbonifère. C'est un fait bien simple à comprendre et dont la Russie présente des exemples nombreux, surtout dans le terrain permien.

En somme, les résultats obtenus par M. de Möller confirment complètement ceux qui ont été recueillis par les illustres auteurs de la *Geology of Russia*, MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling. Seulement, en ce qui concerne les marnes et les grès irisés qui couvrent presque partout en Russie le système permien proprement dit, M. de Möller est d'accord avec M. Ludwig pour les considérer comme représentants du trias. Ce sont surtout les exemples d'une stratification discordante entre les marnes irisées et les couches permienes qu'on observe dans quelques localités du gouvernement d'Orenbourg (Grebeni, Gora, Majatschnaja, etc.) et entre Malmisch et Mamadisch, qui le lui font supposer, car, au point de vue paléontologique, l'absence presque complète de restes organiques dans ces dépôts ne permet pas encore de rien affirmer de positif.

M. de Verneuil exprime sa satisfaction de voir résumés dans une carte tous les progrès qui ont été faits dans la connaissance géologique de la Russie, depuis l'ouvrage qu'il a publié avec ses amis et collaborateurs, sir Roderick Murchison et le comte de Keyserling, sur la géologie de ce pays (2). M. le général de Helmersen ayant choisi pour sa carte la même échelle que ces auteurs avaient employée pour la leur, rien n'est plus facile que de comparer l'une avec l'autre. Ce qui frappe, quand on

(1) Voyez « *Dyas* » de Geinitz.

(2) *Géologie de la Russie et de l'Oural*, 2 vol., cartes et planches, 1845.

les a toutes les deux sous les yeux, c'est leur extrême ressemblance. Sans doute les travaux nombreux des géologues russes, et surtout ceux de l'éminent général qui les dirige, ont permis de corriger des erreurs et de faire des améliorations, mais la distribution des grandes masses est restée à peu près la même et les traits principaux du coloriage ont peu changé. Rien ne pouvait être plus agréable aux auteurs de la première de ces deux cartes géologiques, que de voir, après vingt ans, leur œuvre confirmée, pour ainsi dire, par cette œuvre nouvelle, produit du travail d'hommes si éminents.

M. de Verneuil a entendu avec un intérêt facile à comprendre les explications que M. de Möller vient de donner à la Société et qui démontrent combien on a eu tort de prétendre que le *terrain permien* de Russie se réduisait à deux étages, dont un lacustre et l'autre marin, et justifiait ainsi l'emploi du mot *Dyas* que MM. Marcou et Ludwig voulaient lui appliquer. Ce terrain est plus complexe que ne l'avait pensé M. Ludwig, et il paraît que ce qu'il avait considéré comme l'étage inférieur et comme d'origine lacustre n'est ni l'un ni l'autre. Le mot *dyas* ne signifie donc rien et ne serait propre qu'à induire en erreur si l'on s'en servait dans la terminologie des terrains en Russie. Il faut donc qu'il soit supprimé et qu'il cède au *terrain permien* la place que la priorité et l'utilité lui assignent (voyez Murchison, *On the inapplicability of the new term Dyas to the permian group, as proposed by doctor Geinitz*, et de Verneuil, Note sur le même sujet dans le *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., vol. XIX, p. 599.)

M. Ch. Laurent dépose sur le bureau des échantillons provenant du sondage d'un puits artésien que l'on exécute aux environs de Reims; sur ce point la craie doit avoir environ 400 mètres d'épaisseur; cependant à 200 mètres elle prend une couleur grisâtre et devient marneuse.

M. de Verneuil présente de la part de M. Bleicher, médecin aide-major aux hôpitaux militaires de Rome, une dent d'Éléphant trouvée dans le diluvium de la rivière Aniene, près du mont Sacré. Sa petite dimension lui avait fait croire qu'elle pouvait avoir appartenu à un Éléphant différent de l'*Elephas*

antiquus qui est l'espèce ordinaire du diluvium des environs de Rome. M. Ed. Lartet, à qui elle a été soumise, n'y voit pas de caractères suffisants pour l'en distinguer. C'est, suivant lui, une dent de lait, la deuxième molaire inférieure du côté droit, d'un très-jeune *Elephas antiquus*. M. de Verneuil lit la note dont M. Bleicher accompagne l'envoi de cette petite dent, et saisit cette occasion pour donner quelques renseignements sur le terrain diluvien des environs de Rome qu'il a un peu étudié cet hiver.

Ce qui l'a frappé d'abord, c'est la ressemblance de ce terrain avec celui de Paris : même disposition sur les pentes des anciennes vallées, jusqu'à 20 et 30 mètres au-dessus des eaux actuelles, même composition et même arrangement des matières meubles ; les cailloux à la base et les sables ou limons en haut, enfin jusqu'à ces bancs de coquilles terrestres et fluviales qui alternent avec les sables ou les cailloux à Saint-Acheul, dans la vallée de la Somme, ou à Joinville, près de la barrière de Fontainebleau, dans la vallée de la Seine, tout cela se retrouve et s'observe dans les vallées du Tibre et de l'Aniene. Les éléments du diluvium seuls sont différents et en rapport avec les terrains traversés par les rivières. Les cailloux sont petits, rarement plus gros qu'une noix, et proviennent du calcaire des Apennins où le Tibre et l'Aniene prennent leur source. Les sables et les limons sont mêlés de cristaux de pyroxène et d'amphigène, si abondants dans les tufs volcaniques de la campagne de Rome. M. de Verneuil et M. Bleicher ont remarqué aussi par dessus les cailloux et les sables, et à la partie supérieure du diluvium, un dépôt de ponces blanches très-différent du tuf ponceux, qui est inférieur au diluvium et qui appartient à la période pliocène. C'est près du mont Sacré et non loin du point où le chemin de fer de Corréze traverse la via Nomentana que ces tufs, composés de fragments de ponce blanche très-pure, s'observent le mieux. En d'autres points, comme dans la colline que traverse le chemin de fer de Civita Vecchia, près de la porte qui conduit à Saint-Paul hors des murs, les cailloux, les sables et les limons diluviens sont surmontés par des bancs de produits volcaniques remaniés, très-purs, ressemblant assez à la pouzzolane. Le retour de ces dépôts volcaniques, après celui

des cailloux et des sables limoneux, semble indiquer que les volcans du Latium ont conservé leur activité quelque temps encore après la période diluvienne. Les ruisseaux tributaires du Tibre et de l'Aniene, qui naissent dans la campagne Romaine, ont aussi leur petit dépôt d'atterrissement. Comme leur source ne se rattache pas aux Apennins, les cailloux de leurs alluvions ne sont pas calcaires, mais purement de nature volcanique. Dans un de ces ruisseaux, l'Almone, à la base d'une alluvion de 2 à 3 mètres, MM. Bleicher et de Verneuil ont découvert une tête humaine assez bien conservée et quelques autres ossements du même individu. M. Bleicher a l'intention de présenter lui-même cette tête à la Société géologique dans un de ses prochains voyages.

M. de Verneuil communique aussi une petite collection d'ossements fossiles qu'il a recueillis cet hiver dans le diluvium du Tibre, près du Ponte Molle. On y reconnaît des dents très-belles d'un grand Hippopotame, peut-être l'*Hippopotamus major*, des dents de Rhinocéros, de Sanglier, de Bœuf, de Cheval, de Cerf ou de Daim. Au Ponte Molle, les ossements sont très-nombreux, mais ils sont plus entiers et mieux conservés au Mont Sacré, dans le diluvium de l'Aniene. Dans ces derniers temps ils ont été recherchés avec soin par le docteur Bleicher et par le frère Jude, le sous-directeur de l'École française des frères à Rome, et on y a trouvé des têtes de Bœuf entières et de très-belles dents d'Éléphant.

La grande quantité de ces ossements et leur état de conservation ne permettent pas à M. de Verneuil de partager l'opinion de M. Ponzi, qui pense que ces ossements appartiennent à des espèces tertiaires qui ne vivaient plus à l'époque où le diluvium s'est déposé. Si l'*Elephas antiquus* et l'*Hippopotamus major* du diluvium sont bien en effet les mêmes espèces que celles qui vivaient à l'époque tertiaire, on remarque aux environs de Rome que leurs débris sont bien plus abondants dans le diluvium que dans les terrains précédents, et l'on est porté naturellement à les considérer comme contemporains de ce dépôt, par les mêmes raisons qui font que, chez nous, nous considérons l'*Elephas primigenius* et le *Rhinoceros tichorhynus*

comme ayant vécu pendant l'époque diluvienne. Certaines espèces tertiaires tout à fait supérieures ont bien pu, en Italie, prolonger leur existence jusqu'à l'époque diluvienne. La quantité considérable de dents de Cheval et de Bœuf rappellent tout à fait ce que M. de Verneuil avait vu l'an dernier avec M. Ed. Lartet dans le diluvium de Cœuvres, près de Soissons.

M. de Verneuil donne lecture, au nom de l'auteur, de la note suivante :

Notice sur une petite dent d'Elephas antiquus ; par M. Bleicher, médecin aide-major aux hôpitaux militaires de Rome.

Cette dent a été trouvée en mai 1864 par les ouvriers de la carrière des constructions militaires sur la rive gauche de l'Aniene (Teverone), à peu de distance de l'église Sainte-Agnès, et sur la gauche de la via Nomentana, à environ 500 mètres du fleuve actuel.

La carrière dans laquelle on exploite le gravier et le tuf lithoïde (Brocchi) est creusée dans les flancs d'une colline en pente douce qui se dirige parallèlement au cours du fleuve.

La couche dans laquelle elle a été trouvée est fort riche en fossiles ; j'y ai trouvé des dents d'Éléphant, une mâchoire inférieure avec molaire droite intacte et symphyse mentonnière bien conservée, des dents de Cheval, de Bœuf, de Cerf, le tout fort bien conservé et souvent imprégné de carbonate de chaux. Elle a dans certains endroits une épaisseur de 8 à 10 mètres et est creusée de galeries destinées à faciliter l'exploitation.

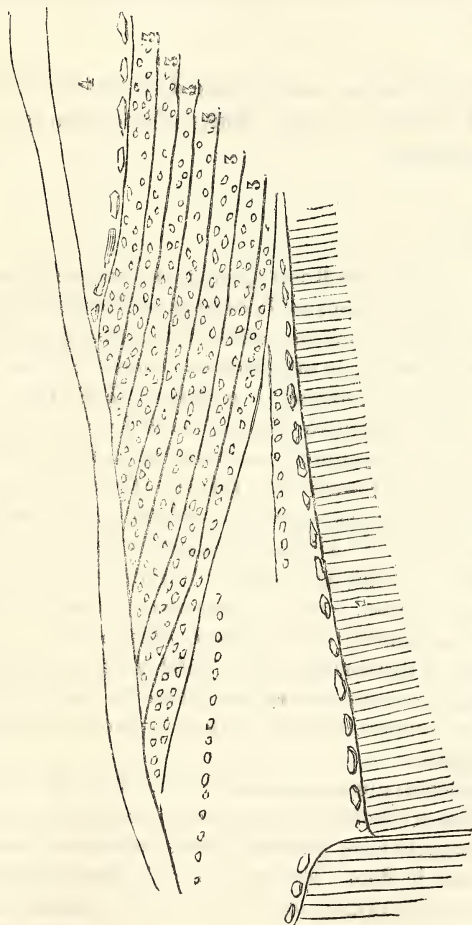
Les cailloux roulés qui la composent entièrement sont régulièrement stratifiés, les lignes de stratification étant indiquées par des lignes de cristaux de pyroxène de l'épaisseur de quelques millimètres parfaitement horizontales.

Les cailloux roulés sont de taille variable, dépassant rarement le poing, mais parfaitement arrondis et quelquefois réunis en conglomérats par un ciment calcaire.

Leur nature minéralogique est celle-ci : calcaire grisâtre venant des Apennins (jurassiques ou crétacés), tufs volcaniques, généralement fort riches en amphigène, farineux par l'effet de l'action atmosphérique, cristaux de pyroxène à formes cristallines nettes, peu ou point de mica. Toutes les roches de la contrée, surtout celles du bassin du fleuve, s'y trouvent représentées. Au-dessus de cette couche de cailloux roulés fossilifères se trouve une couche

argilo-marneuse légère avec quelques rares plaques de grès à grain fin, contenant des coquilles fluviatiles selon M. de Verneuil, puis une couche de ponce blanche fibreuse en morceaux de la taille d'une noisette à celle d'une noix, régulièrement stratifiée, d'une épaisseur variable allant jusqu'à 3 et 4 mètres ou même plus; pas de coquilles dans cette couche supérieure, au moins jusqu'ici.

Coupe suivant la direction S. E. N. O., direction parallèle à celle du fleuve actuel (l'Aniene).



- 4 — Dépôt de ponces blanchâtres.
- 3 — Cailloux roulés séparés par de minces bancs de sable pyroxénique.
- 2 — Argile marneuse avec coquilles d'eau douce.
- 1 — Tuf lithoïde de Brocchi en couches horizontales (Pliocène).

Au-dessous de la couche en question, qui finit par s'atténuer sous forme de languette, il y a une couche puissante de 8 à 10 mètres

d'argile légère gris-jaunâtre, contenant quelques petits cristaux de pyroxène, se délitant facilement sous l'influence de la pluie et contenant des quantités prodigieuses de coquilles fluviatiles et palustres, *Cyclas* (2 espèces), *Cyclostomes*, *Planorbes*, etc. Vers sa base, elle est parcourue par quelques traînées de cailloux roulés menus et repose sur le tuf lithoïde (*Brocchi*), tuf amphigénique, dont elle n'est séparée que par des débris de celui-ci en morceaux irréguliers, argiloïdes, bruns, privés d'amphigène et à grain très-fin.

M. de Verneuil donne aussi lecture de la lettre qu'il vient de recevoir de M. Bleicher et qui ajoute d'intéressants détails à ceux qui précèdent.

Monsieur,

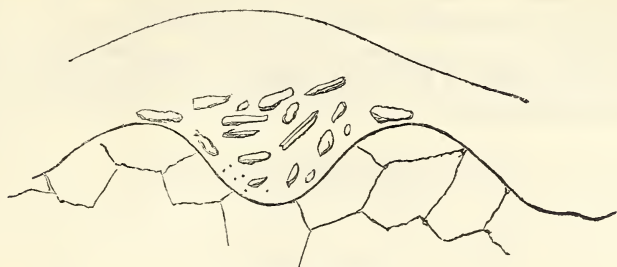
Depuis votre départ de Rome, je n'ai pas cessé de m'occuper de l'étude des dépôts diluviens de la campagne Romaine, et je crois, ou plutôt j'ose espérer, que mes efforts n'ont pas été inutiles.

Une première campagne m'a donné la coupe de toute la vallée de l'Aniene, depuis le point où le chemin de fer de Corréze coupe la route de Tivoli jusqu'au Ponte Salara. J'y ai remarqué des dépôts purement volcaniques, sans trace de cailloux roulés ni de ponces, avec scories et matériaux tufacés offrant des impressions de plantes terrestres (graminées). Ces dépôts sont stratifiés horizontalement et situés à 2 kilomètres du fleuve. Ils me paraissent indépendants de l'action de ce dernier et formés par les éruptions des volcans du Latium, car on y retrouve les mêmes éléments (scories, cendres, lapilli) qu'à Frascati, Albano, etc.

A une certaine distance du fleuve (600 mètres environ), l'aspect est changé; ce sont des collines à base de tuf lithoïde, avec cailloux roulés, supportant une couche de ponce blanche, fibreuse, en gros morceaux.

Ce sont ces dépôts que nous avons vus près du Ponte Nomentano dans l'excursion archéologique que nous avons faite avec M. Rosa. Deux ou trois collines se présentent sous ce même aspect; mais plus loin, entre le Ponte Nomentano et le Ponte Salara, il est certains points qui présentent les traces de violents courants; les collines se réduisent à des ondulations à base de tuf lithoïde affouillé, creusé en poches. Au-dessus, le terrain est un mélange confus de débris de tuf, de cailloux, de morceaux d'argile brune

(ces couches se trouvent plus loin intactes), de sable et d'argile. Le tout se présente sous cette forme :



Tuf lithoïde pliocène.

Cela indique évidemment le passage d'un violent courant postérieur aux dépôts que je vais vous montrer en place.

Enfin, et c'est là le point capital, à mon sens, de cette recherche, près du Ponte Salara, se trouve une grande colline, haute d'environ 25^m30, où le terrain quaternaire montre à nu tous ses étages, depuis le premier jusqu'au dernier.

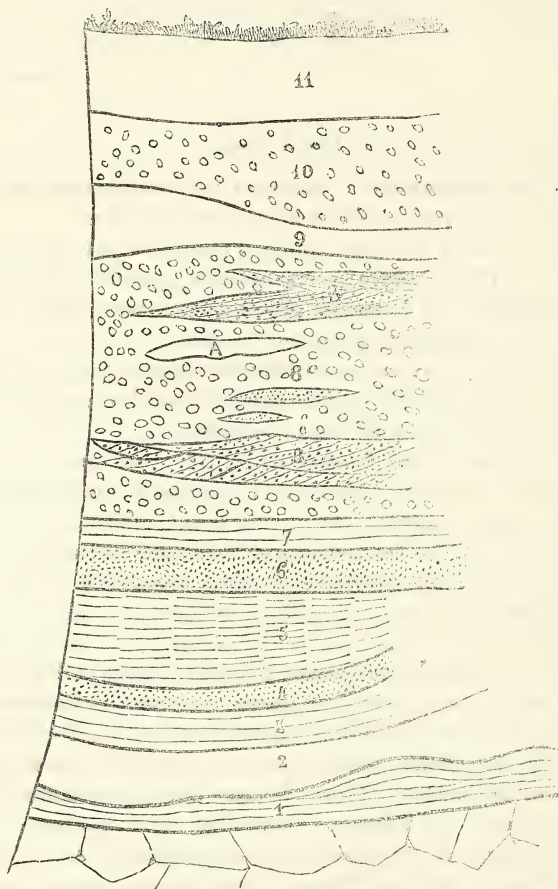
Tout s'y trouve, depuis le tuf lithoïde pliocène jusqu'à la ponce supérieure aux cailloux roulés du diluvium. J'ai essayé de vous en donner une idée par la coupe ci-dessous.

Le tout arrive à une hauteur de 25^m,30. Ne vous semble-t-il pas, mon cher monsieur, que c'est là la coupe la plus intéressante que l'on puisse trouver? On y voit le tuf pliocène de Brocchi érodé, entamé par les eaux et stratifié irrégulièrement (couches 1, 2, 3). Arrive une ère de calme, pendant laquelle la couche 5 est posée lentement et dans les conditions du calme le plus complet; l'horizontalité est exacte et les matériaux qui la composent excessivement ténus. Par-dessus tout se présentent les cailloux roulés fossilifères, et enfin les ponces blanches et fibreuses, venues de je ne sais où, toujours supérieures aux dépôts des cailloux roulés, ici comme à Sainte-Agnès, comme au mont Sacré, comme sur les bords du Tibre. Je crois donc avoir suffisamment étudié les bords du Teverone pour m'en faire une idée, et j'ai relevé des coupes en travers de cette intéressante vallée au niveau du mont Sacré et du Ponte Salara. Je prépare en ce moment même une étude monographique sur le mont Sacré, avec plan, coupes, etc.

Pour la vallée du Tibre, beaucoup de matériaux sont prêts, mais il reste à les coordonner et à les compléter; cela sera fait vers l'automne, époque où j'espère achever un travail d'ensemble.

Quant à ma collection de fossiles, elle s'augmente de dents

d'Hippopotames, les unes plus gigantesques que les autres, de fossiles du travertin, coquilles d'eau douce et terrestres; on m'en a apporté quasi un sac plein; ce sont des *Cyclostoma elegans*, des Hélices gigantesques, des Paludines, etc. J'ai aussi un morceau de bois de Cerf extrait du travertin. Oserai-je vous prier de faire part de mes découvertes à la Société géologique, si vous jugez qu'elles en valent la peine.



Tuf lithoïde pliocène.

11. Terre végétale. — 10. Couche de marne jaunâtre légère, avec nombreux fragments de ponce fibreuse. — 9. Argile brune contenant de l'amphigène. — 8. Couche de cailloux roulés en stratification irrégulière avec marne A, sable B, fossilifère. — 7. Idem que 5. — 6. Tuf gris amphigénique friable avec fragments de ponce. — 5. Argile marneuse légère, blanc-jaunâtre, micacée, en stratification régulière, en lames. — 4. Tuf amphigénique gris friable. — 3. Même couche que 1. — 2. Tuf recomposé dans les eaux douces. — 1. Eléments du tuf sous-jacent réduit en fragments stratifiés sous les eaux.

Séance du 19 juin 1865.

PRÉSIDENCE DE M. GRUNER.

M. Alphonse Milne Edwards, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

COSENTINO (le marquis de), avenue de l'Impératrice, 4 bis, à Paris, présenté par MM. Danglure et Éd. Collomb ;

ROMAN (Léon), ingénieur, à Paris, place Bréda, 10, présenté par MM. Ch. d'Orbigny et Alb. Gaudry ;

SAILLARD (Camille), avocat-avoué, à Bar-sur-Seine (Aube), présenté par MM. Danglure et Éd. Collomb ;

TABARIÈS DE GRANDSAIGNE (Ed. Ant.), avenue réservée, à Paris-Auteuil, présenté par MM. Féry et Éd. Collomb.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le marquis de Cosentino, *L'Algérie en 1865. — Coup d'œil d'un colonisateur*, in-8, 227 p. Paris, 1865 ; chez Challamel aîné.

De la part de M. Albert Gaudry, *Animaux fossiles et géologie de l'Attique*, in-4, 12^e livraison. Paris, 1865 ; chez F. Savy.

De la part de M. James Hall, *Graptolites of the Quebec group*, in-8, 151 p., 23 pl. Montréal, 1865 ; chez Dawson frères.

De la part de M. Charles Horion, *André Dumont et la philosophie de la nature* (extr. de la *Presse scientifique des deux mondes*, mars à mai 1865), in-8, 52 p. Paris, 1865.

De la part de M. Amalio Maestre, *Descripcion fisica y geologica de la provincia de Santander*, in-8^o, 127 p., 1 pl. Madrid, 1864 ; chez D. F. Gamayo.

De la part de MM. E. Royer et J. Barotte, *Notice explicative de la carte géologique du département de la Haute-Marne*, in-8, 99 p. Paris, 1865; imprimerie impériale.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, février 1865, in-8.

The American Journal of science and arts, by Silliman, mai 1865, in-8.

De la part de M. Sterry-Hunt, *Contributions to lithology*, in-8, 51 p. Montréal, 1864.

De la part de M. L. Vaillant, *Recherches sur la faune malacologique de la baie de Suez* (extr. du *Journal de conchyliologie*, avril 1865), in-8, 31 p., 1 pl. Paris, 1865.

De la part de M. C. W. Gümbel :

1° *Die Nummuliten-führenden Schichten des Kressenbergs in Bezug auf ihre Darstellung in der Lethæa geognostica von Südbayern*, in-8, p. 129-170. 1865.

2° *Die geognostischen Verhältnisse des fränkischen Trias-gebiets*, in-8, 77 p. Munich, 1865.

De la part de M. Husson, *Alluvions des environs de Toul par rapport à l'antiquité de l'espèce humaine*, in-8, 16 p. Toul, 1865, chez A. Bastien.

De la part de M. R. Strachey, *Palæontology of Niti in the northern Himalaya*, in-8, 112 p., 23 pl. Calcutta, 1865; chez O. T. Cutter.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences, 1865, 1^{er} sem.; t. LX, n^{os} 23 et 24. — *Tables des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 2^e sem. 1864, t. LIX, in-4.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. XII, 1864; *Bulletin des séances*, f. 31-37, in-8.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XII, 1865. — *Revue bibliographique*, B. — *Table du tome VII*, 1860; in-8.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture, etc., avril 1865; in-8.

L'Institut, n^{os} 1640 et 1641; 1865, in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, avril 1865, in-8.

The Athenæum, n^{os} 1963 et 1964; 1865, in-4.

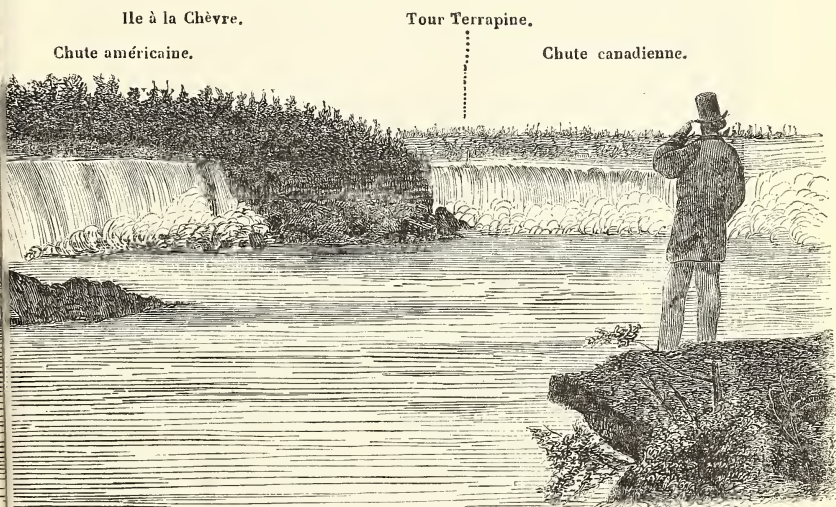
Monatsberichte der K. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, année 1864, in-8.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palæontologie, 1865, 2^e cahier, in-8.

M. Ed. Hébert présente, au nom des auteurs, MM. E. Royer et J. Barotte, la *Notice explicative de la carte géologique de la Haute-Marne* (voy. la *Liste des dons*).

Addition à la note de M. Jules Marcou : Le Niagara quinze ans après (séance du 6 mars dernier, p. 290 et suiv.).

La description des cataractes du Niagara exige, pour être bien comprise, une vue générale des deux chutes prise depuis la Pointe Victoria, à côté de l'hôtel Clifton, qui avait été oubliée et que nous donnons à présent (voy. Pl. II) avec le nom des principaux points de repères.



Vue de toutes les cataractes, depuis la Pointe Victoria.

M. Daubrée présente la note suivante de MM. Irgens et Th. Hiorldahl :

Notes sur quelques roches éruptives de la côte ouest de la Norvège; par MM. Irgens et Th. Hiorldahl.

APERÇU GÉNÉRAL DE LA CONSTITUTION GÉOLOGIQUE.

Le littoral de l'évêché de Bergen, dont la géologie doit la connaissance surtout aux remarquables travaux de M. C. F. Naumann, offre un intérêt tout particulier pour l'étude des roches éruptives; il est en effet très-rare de trouver sur un espace si borné une si grande multitude de ces roches se présentant sous tant de variétés et montrant si nettement leur influence sur la stratification.

Les terrains stratifiés qu'on trouve représentés sur le littoral de Bergen peuvent se rapporter à trois groupes d'âge différent. 1° Les terrains les plus anciens, composés de gneiss rouge et gris, quartzites, schistes quartzeux et quelquefois amphibolitiques. Ce terrain se trouve en couches ordinairement assez régulières, au fond des fiords (1) qui pénètrent dans le pays, et on le trouve aussi longeant les fiords, partout comme la base de tout le système géologique, comme le fond de véritables bassins. 2° Le terrain le plus répandu dans le littoral est posé sur le gneiss et les quartzites; les roches de ce terrain plus récent sont le phyllade et le micaschiste, quelquefois avec des couches interposées de marbre et de schiste quartzeux. Des fossiles ne se trouvent pas dans ces strates; néanmoins l'analogie et la ressemblance lithologique qu'elles présentent avec celles qui, en d'autres localités de la Norvège, contiennent des fossiles sous-siluriens font présumer qu'elles appartiennent à cet âge. 3° Les formations qui sont les plus récentes sur la côte de Bergen sont composées de conglomérats et de grès également non fossilifères et formant de hautes montagnes. L'âge de ce terrain, qui repose sur les terrains sous-siluriens, est encore indéterminé; ces masses représentent probablement le terrain dévonien, le grès rouge des Anglais.

C'est surtout dans les terrains sous-siluriens qu'on trouve des roches éruptives très-variées; le terrain primaire n'est percé que par le gneiss-granite, et dans les conglomérats on n'a pas observé des masses éruptives. Nous ne nous sommes proposé dans ce

(1) Golfes.

mémoire que de donner une description très-abrégée des propriétés lithologiques et de la composition chimique de ces diverses roches ; pour les détails et les rapports géologiques, on les verra dans nos mémoires, accompagnés de cartes et publiés en 1862 et 1864 (1).

Pour la description, nous allons diviser les roches éruptives en deux groupes, roches granitiques et roches de gabbro ; dans le premier groupe, nous mettons le granite, la syénite et le granulite ; dans le second nous avons le novite dans toutes ses variétés.

ROCHES GRANITQUES.

Granite et gneiss-granite. — La différence entre ces deux roches est la structure ; le granite est grenu, le gneiss-granite est feuilleté ou strié (2). La règle déjà observée dans les recherches géologiques de Norvège dirigées par M. Kjerulf (3), que la direction des couches traversées est parallèle à la limite du granite et du gneiss-granite, tandis que l'inclinaison a fréquemment lieu en dehors, s'est confirmée par nos recherches aux environs de Bergen (4).

(1) *Geologiske underiegelse i Bergens Omegn af Th. Hiorldahl og M. Irgens, med et Tillag om Forholdene i Lørdal, udgivet af Dr. Th. Kjerulf*, Christiania 1862. — *Om de geologiske Forhold paa Kyststrækningen af nordre Bergenshus Amt af M. Irgens og Th. Hiorldahl udgivet af Dr. Th. Kjerulf*, Christiania, 1864. — Tous deux, programmes de l'Université, avec des cartes et profils, et un résumé dans la langue française pour les étrangers.

(2) M. Dahll, *Om Tellemarkens geologi*, Christiania, 1860 ; et MM. Kjerulf et Dahll, *Om Kongsbergs Ertsdistrikt*, Christiania, 1860.

(3) *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1862, p. 429.

(4) Les environs de la ville de Bergen présentent un des plus beaux exemples de cette règle et en général du rapport qui existe entre la configuration d'un pays et les circonstances géologiques. — La ville de Bergen donne sur la mer. Les hautes montagnes qui la dominent à l'est, sont composées de granites et de gneiss-granites, formant un noyau d'une figure elliptique, dont la périphérie peut avoir une trentaine de kilomètres. La direction qu'affectent les couches de phyllade traversées varie le long de ce noyau elliptique, de manière à présenter la même ellipse ; de plus, les petits fiords, qui se sont formés d'après la direction de moindre résistance des couches, pénètrent au sud et au nord dans les directions correspondantes à celles des couches ; de sorte qu'un coup d'œil sur la carte fait déjà deviner la structure géologique du pays. — On trouve encore à l'est de Bergen deux chaînes de montagnes, qui s'élèvent au-dessus du terrain de phyllade, affectant toujours la même forme elliptique ou semi-lunaire, et formant ainsi

Le granite est tantôt grenu, tantôt aussi porphyroïde, tantôt feuilleté et strié, avec orthose ordinairement rouge, mica noir et peu de quartz; il contient fréquemment des fragments des phyllades et micaschistes traversés.

Les filons de granite à grands grains (pegmatite) sont rares; ils contiennent du sphène, du fer oxydulé titané et des pyrites.

Une analyse du granite grenu de Bukkestien, près de Bergen, a donné :

Silice.	68,74
Alumine	14,90
Protoxyde de fer.	3,78
Chaux.	2,57
Magnésie.	0,42
Potasse.	9,25
Soude.	1,42
Perte au feu.	0,88
	104,96

Syénite. — Entre les golfes de Fjördefjord et de Dalsfjord, le terrain des phyllades et des micaschistes est traversé par une syénite. Les masses de conglomérat et de grès déjà mentionnées sont superposées immédiatement sur cette syénite. — La roche est composée d'orthose rouge ou grise et d'amphibole verte; assez rarement on y trouve des grains de quartz gris vitreux. Quant à la structure, elle est tantôt grenue, tantôt elle présente une foliation très-prononcée; — en général, toutes les roches éruptives observées en Norvège peuvent être feuilletées ou striées. — A la limite des schistes et de la syénite et dans cette dernière on trouve une multitude de fragments énormes de schistes, pour ainsi dire un très-gros breccie.

Granulite (leptynite). — Cette roche assez rare ne forme pas des montagnes dans notre district; on la trouve seulement en filons ramifiés dans la gabbro de Gulfied, à l'est de la ville de Bergen. — Le granulite est un mélange de feldspath blanc, de quartz et de grenat. Le feldspath, qui, à cause de la quantité de soude trouvée par l'analyse, ne semble pas être l'orthose, comme il l'est ordinairement dans le granulite, est prédominant; le quartz et le grenat y sont dispersés, le premier en grains, le grenat en petites pointes. De fines aiguilles d'amphibole, un minéral qui est indi-

comme deux murs autour de la ville. Ces deux chaînes sont composées de gabbros, qui, plus récents que le granite, ont traversé les phyllades et ont suivi leur direction de moindre résistance, en longeant la direction des couches.

qué comme assez rare dans le granulite, se trouvent fréquemment dans cette roche.

La composition a été trouvée :

Silice.	75,84
Alumine.	42,33
Protoxyde de fer.	3,78
Chaux.	2,74
Magnésie.	0,09
Potasse.	0,97
Soude.	3,98
Perte au feu.	0,65
	400,35

ROCHES DE GABBRO.

Voilà un très-grand groupe lithologique, dont les représentants sont souvent d'un aspect assez différent et varié. Les roches de ce groupe contiennent en général du labrador ou aussi du saussurite (zoisite) d'un côté, et de l'autre côté, soit le diallage, soit le bronzite ou l'hypersthène, soit aussi l'amphibole et le pyroxène. — Nous avons divisé les représentants de ce groupe, qu'on trouve à la côte de Bergen, de la manière suivante :

a. *Gabbro à labrador.*

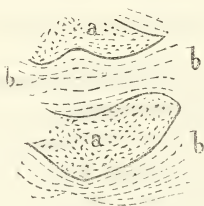
1. La *gabbro* ordinaire de Norvège contient du labrador violet foncé, avec les stries caractéristiques, et du diallage ou de l'hypersthène (en ce cas : hypérite) en mélange, dont la structure, le plus fréquemment, est grenue et assez égale. Les plus beaux types de *gabbro* sont ceux de Valeberg, près de Kragerøe, de Kongsberg, qui sont déjà décrits par MM. Kjerulf et Dahll. La roche qui présente cet habitus le plus ordinaire se trouve à la côte de Bergen seulement en petits amas à l'île de Askøe tout près de la ville, et à l'île de Laagøe, à l'embouchure du golfe de Sognefiord.

2. *Norite*. — Variétés singulières de la Norvège occidentale et centrale. Le professeur Esmark a donné le nom de *norite* à des roches de *gabbro* d'un aspect plus ou moins différent et variable; depuis, M. Scheerer a appliqué ce nom à des variétés de *gabbro*, où le labrador est très-prédominant. — On trouve cette roche dans une chaîne de montagnes en forme d'une demi-lune, qui entoure la ville de Bergen, et dans des parties très-vastes et montagneuses au fond du golfe de Sognefiord.

La roche est un mélange de labrador et de diallage ou bronzite; s'y adjoint, comme minéral caractéristique, du grenat.

La couleur du labrador varie du blanc au violet clair; il est tantôt compacte et à cassure inégale, tantôt à clivages et à stries caractéristiques. L'autre minéral, le diallage ou le bronzite, a une couleur verte ou brune; il a l'éclat presque métallique dans les échantillons à clivage laminaire; on trouve aussi de l'hypersthène et du pyroxène, et quelquefois de l'amphibole verte. Le grenat est rouge clair jusqu'au brun, pas en cristaux nets, disposé en grains dans le labrador, et en grains ou en lentilles assez grandes dans le diallage. Comme minéraux accidentels, on a observé du mica blanc et verdâtre, du fer oxydulé, des pyrites de fer et de cuivre.

Quant à la structure et à l'aspect du norite, ils sont très-variables. Tantôt il se présente grenu, le labrador prédominant avec des points de grenat et des lentilles de diallage et de grenat dispersés; tantôt, ce qui est assez fréquent, il est distinctement strié. Dans la masse blanche ou grisâtre du labrador on trouve des stries de diallage et d'amphibole. On peut quelquefois voir de grandes lentilles composées d'un mélange de diallage et de grenat, qui sont entourées de ces stries; ces dernières sont courbées d'après les contours des lentilles ci-dessous :



a — Lentilles de diallage ou d'amphibole avec du grenat.
b — Norite strié.

On a des *variétés* de cette roche quand un des minéraux constituants prédomine. Si le labrador y est prédominant, — et l'on trouve, en effet, de vastes parties qui ne contiennent que ce minéral, — la roche est blanche ou grisâtre, compacte et très-homogène; elle peut aussi, de temps en temps, contenir du grenat également dispersé. Elle est alors, en effet, très-difficile à reconnaître. M. Kjerulf a le premier observé cette roche (labradorfels, norite proprement dit de M. Scheerer), à Lørdal, et, par l'analyse, il a reconnu le labrador. D'un autre côté, le labrador peut disparaître complètement; le diallage ou l'amphibole, avec des

points de grenat, prédomine, voici l'*éclogite*, roche, qu'on trouve au milieu du norite; elle n'est pas autre chose que les lentilles de diallage et de grenat, que nous venons de mentionner. L'*éclogite* de Berger, qui s'y rencontre assez souvent, ne doit donc pas être regardée comme une roche particulière; elle se présente toujours comme une variété du norite à grenat.

Voici l'analyse d'un norite strié de l'île de Holsenøe, à labrador blanc compacte, à beaucoup de grenat et à diallage vert foncé :

Silice.	50,04
Alumine	18,95
Protoxyde de fer.	9,57
Chaux.	10,44
Magnésie.	5,60
Potasse.	2,37
Soude.	4,66
Perte au feu.	0,39
	104,99

Quant au labrador, M. Kjerulf a fait l'analyse d'un échantillon du labrador blanc compacte de Lørdal; nous nous permettons de citer ici cette analyse; nous avons examiné le labrador violet avec les stries caractéristiques :

	I		II
Silice.	55,76	. . .	56,11
Alumine.	28,59	. . .	26,83
Peroxyde de fer.	0,52	. . .	1,23
Chaux.	10,50	. . .	9,57
Magnésie.	0,12	. . .	0,06
Potasse.	0,77	. . .	—
Soude.	1,94	. . .	5,72
Perte au feu.	0,42	. . .	0,48
	98,50	. . .	100,00

b. Gabbro à saussurite (zoïsité).

A l'est de la chaîne sémilunaire de norite qui environne la ville de Bergen, les phyllades sont traversés par une autre gabbro, qui forme une chaîne, presque parallèle à la précédente, et qui est composée de hautes montagnes (Gulfjeld, 950 mètres).

La roche de ces montagnes est un mélange de saussurite et de diallage ou d'amphibole. Le premier minéral est compacte, blanc, avec l'aspect du labrador compacte. Le diallage est d'un vert clair, laminaire, à clivages éclatants. De temps en temps on trouve

aussi l'amphibole vert foncé en macles cruciformes, formées par la pénétration de deux individus. Minéraux accidentels : des pyrites et la pyrrhotine.

On trouve cette roche en tous grains, soit en gros grains, soit même aphanitique. Très-fréquemment elle contient des fragments de schistes traversés.

C'est dans cette roche que se trouvent les filons de granulite mentionnés précédemment.

L'analyse de la roche du Midssæter Fjelt, dont la densité est de 3,04, a donné :

Silice.	46,04
Alumine.	22,57
Protoxyde de fer.	2,79
Chaux.	47,77
Magnésie.	7,42
Soude.	4,74
Perte au feu.	0,96
	99,23

Voici l'analyse de la saussurite compacte de la même localité : Densité, 3,69 :

		Oxygène.
Silice.	42,94	22,88
Alumine.	34,98	15,04
Peroxyde de fer.	0,49	
Chaux.	20,94	6,93
Magnésie.	0,84	
Potasse.	0,48	
Soude.	2,34	
	99,32	

La composition du minéral ressemble donc beaucoup à celle de la saussurite du mont Genève et de l'île de Corse, examinées par M. Boulanger, et à celle de la Suisse, analysée par M. Hunt.

MM. Kjerulf et Dahll ont eu plusieurs fois, dans les recherches géologiques de la Norvège, l'occasion d'observer l'importance qu'ont les diverses roches de gabbro comme porteurs de minerais de fer et de cuivre. Ainsi, ils ont démontré que les gisements de Fahlband, à Kongsberg et en d'autres localités, sont liés aux limites des terrains de gabbro. Quant aux gabbros de Bergen, nous avons pu aussi constater qu'ils portent des minerais et qu'il se trouve des fahlbands à leurs limites. M. Tellef Dahll nous a fait l'honneur de nous communiquer une note sur le gisement de fer





Louveau lith.

Imp. Becquet, Paris.

Brèche osseuse, dents de ruminants et silex taillés des grottes
du Nahr-el-Kelb. (Syrie.)

de Sördal, à l'embouchure du golfe de Dalsfjord, par laquelle on voit que les minerais y sont liés à l'éclogite, fait qui, d'après les observations que nous avons eu l'occasion de faire sur cette roche, nous semble très-remarquable.

M. Louis Lartet fait la communication suivante :

Note sur la découverte de silex taillés, en Syrie, accompagnée de quelques remarques sur l'âge des terrains qui constituent la chaîne du Liban ; par M. Louis Lartet (Pl. VI).

Botta, dans son excellent mémoire sur la géologie du Liban (1), a signalé l'existence dans cette contrée de grottes ossifères, explorées tant par lui que par le docteur Hedenborg. Mais, à l'époque où ces deux savants observateurs ont visité ces cavernes, leur attention ne s'était pas portée sur les vestiges que l'on pouvait y rencontrer d'une industrie humaine se rattachant à l'habitation de ces cavités naturelles par l'homme, à des époques fort reculées.

Aujourd'hui que la plupart de nos grottes européennes ont fourni, avec une si curieuse uniformité, des instruments de pierres taillées associés à des ossements d'animaux actuellement perdus, il n'était pas sans intérêt d'étendre le champ de pareilles investigations à des pays un peu lointains. On avait, en outre, le droit de supposer qu'en Orient, où une civilisation plus précoce que la nôtre a dû amener plus tôt la substitution des métaux à la pierre taillée, des découvertes du genre de celles dont nous venons de parler devraient correspondre à une industrie encore plus ancienne et offriraient par cela même un intérêt plus grand.

On comprendra ainsi pourquoi, lors de notre arrivée à Beyrouth, vers la fin du mois de février de l'année 1864, nous désirions vivement visiter, dans ce but spécial, les cavernes du Nahr-el-Kelb, dans lesquelles Botta avait signalé la présence d'une brèche osseuse empâtant des fragments de poteries.

M. le duc de Luynes, ayant favorablement accueilli notre proposition, voulut bien consacrer une journée entière à l'exploration de ces grottes (2).

(1) *Observations sur le Liban et l'anti-Liban* (Mém. de la Société géologique de France, 1^{re} sér., t. I, p. 135).

(2) C'est à sa bienveillance que nous devons de pouvoir rendre compte ici de ces recherches qu'il a dirigées lui-même et auxquelles

Les résultats de cette excursion et la découverte de silex taillés associés à des ossements cassés et calcinés de ruminants qu'elle ne tarda pas à amener ont été communiqués, dès cette époque, à M. Daubrée, dans une lettre dont ce savant professeur a bien voulu faire connaître un extrait à l'Académie des sciences (1).

Aujourd'hui que les ossements ont été déterminés avec soin, nous croyons devoir donner quelques détails sur les circonstances de cette découverte et y ajouter quelques observations sur l'âge des terrains au milieu desquels se trouvent percées les grottes.

Le 24 février 1864, nous quitions Beyrouth en longeant la plage sablonneuse qui s'étend au nord-est de cette ville jusqu'aux approches du Nahr-el-Kelb ou *fleuve du chien* (2) que l'on n'atteint qu'après avoir franchi un barrage calcaire, par une ancienne voie taillée dans ces couches et célèbre par les inscriptions dont la roche est couverte.

Le Nahr-el-Kelb coule au fond d'une entaille sinueuse et profonde et réunit les eaux de plusieurs torrents qui descendent des flancs occidentaux du Sebel Jannine, l'un des sommets les plus élevés de la chaîne du Liban. Il reçoit, en outre, à quelques kilomètres en amont et à l'est du point où on le traverse pour la première fois, les masses d'eau qui débouchent des grottes situées sur les bords de cette rivière, à peu près vers la moitié de son parcours.

Pour arriver à ces grottes, on suit un chemin pénible et fatigant, mais, en revanche, fort instructif pour le géologue qui passe successivement en revue les principaux terrains du Liban dont Botta a si fidèlement décrit toutes les assises. On sait que ce savant observateur les a divisées comme il suit :

Groupe supérieur. — Marnes calcaires (craie inférieure).

Groupe moyen. — Terrain sablonneux avec gîtes de fer et de lignite (grès vert) (3).

Groupe inférieur. — Calcaires caverneux (terrain jurassique).

Ces groupes ont été adoptés par Russegger, qui a reproduit en

ont concouru, avec le plus grand empressement, nos compagnons de voyage, M. Vignes, lieutenant de vaisseau, et M. le docteur Combe.

(1) *Comptes rendus*. — Séance du 21 mars 1864.

(2) Ancien Lycus.

(3) C'est le *grès de Nubie*, dont nous avons, dans un précédent travail, montré la position aux environs de la mer Morte et dans l'A-rabah.

son entier la coupe de Botta. M. Blanche, dans sa belle section de la vallée du Damour (1), a classé d'une manière toute semblable les terrains des environs d'Abeih. Il est, en effet, difficile de concevoir des divisions plus naturelles que celles qui isolent ainsi ces formations calcaires et les assises puissantes de grès qui les séparent. Quant au parallélisme indiqué dans la coupe de Botta entre ces trois groupes et les trois divisions systématiques que nous avons indiquées plus haut, qu'il nous soit permis d'exprimer nos doutes à l'égard de la justesse de ces rapprochements. Nous avons d'ailleurs quelques raisons de croire que Botta, en établissant ces groupes, s'était peu préoccupé de les raccorder avec nos systèmes de classification, laissant ce soin au savant géologue qui remplissait alors les fonctions de secrétaire de la Société géologique de France. C'est ainsi qu'à l'aide de quelques fossiles que Botta avait envoyés à l'appui de son mémoire on a été conduit à vieillir ces terrains et à rapporter au terrain jurassique les calcaires inférieurs au grès ferrugineux. Cet exemple a été suivi par Russegger et par le docteur Anderson (2), et, après eux, on a généralement considéré comme parfaitement justifiée la notion de l'existence des terrains jurassiques dans le Liban. Cependant, s'il nous est aujourd'hui encore difficile, dans l'état imparfait de nos connaissances sur la géologie de cette région, de pouvoir nier, d'une façon absolue, la présence en Syrie des formations secondaires inférieures aux terrains crétacés, au moins nous sera-t-il permis de dire que jusqu'à présent aucun motif sérieux ne nous paraît propre à faire admettre cette supposition (3). Les caractères lithologiques

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e série, t. V, p. 42, 1847.

(2) Égaré par de mauvaises déterminations paléontologiques, le docteur Anderson se voyait cependant obligé d'admettre dans ces couches inférieures un mélange de fossiles jurassiques et crétacés, tant les caractères distinctifs de ces derniers étaient difficiles à méconnaître.

(3) Parmi tous les fossiles provenant du Liban, que nous avons pu examiner, aucun ne nous a paru se rapporter à la période jurassique.

Alc. d'Orbigny cite dans son *Prodrome* plusieurs espèces du Liban appartenant au terrain crétacé inférieur. M. Albert Gaudry a également rapporté de cette contrée des fossiles caractéristiques de ces mêmes terrains crétacés inférieurs, tels que l'*Ostrea Couloni*, l'*Heteraster oblongus*, etc. Ces fossiles doivent sans nul doute provenir des calcaires inférieurs au grès ferrugineux et réputés jurassiques, car dans les calcaires supérieurs à cette formation arénacée on ne rencontre que des espèces propres aux assises moyennes du terrain crétacé. Dans les couches supérieures aux calcaires compactes au milieu

et paléontologiques des assises inférieures aux grès nous amèneraient, au contraire, à les rapprocher des terrains crétacés les plus inférieurs de l'Algérie, si bien étudiés par M. Coquand.

Les seuls fossiles qui pourraient être considérés comme étant jurassiques sont les oursins que nous avons eu la bonne fortune de découvrir dans les calcaires qui supportent le château de Banias à l'extrémité méridionale de l'anti-Liban. Malgré leur mauvais état de conservation, M. Cotteau a pu y reconnaître les caractères du genre *Collyrites*, que l'on croyait spécialement cantonné dans les terrains jurassiques. Il est difficile de décider, dans ce cas particulier et à l'aide de ce seul fossile, si les assises qui le renferment sont crétacées ou jurassiques; nous nous bornerons à faire remarquer que M. Coquand a rencontré ce même genre *Collyrites* dans les calcaires néocomiens de l'Algérie.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, c'est au milieu de ces calcaires, inférieurs aux grès, que sont percées les grottes, auxquelles on arrive enfin par une descente roide et difficile. De ces cavernes s'échappent des masses d'eau assez considérables, et cette circonstance venait se joindre à leur proximité du lit actuel de la rivière pour en rendre l'habitation incommode. Aussi devons-nous chercher ailleurs un site plus favorable à l'établissement d'une station humaine, et bientôt, après le hasard nous faisait découvrir une plate-forme située au-dessus des grottes et réunissant, à cet égard, les conditions désirées.

Cette plate-forme se trouvait, en effet, garantie des vents du Nord par un rocher coupé verticalement vers le Sud-Est et qui même a dû autrefois, si l'on en juge par les blocs éboulés qui

desquels sont percées les grottes du Nahr-el-Kelb, nous avons recueilli nous-même des fossiles rapportables, malgré leur mauvais état de conservation, à certaines espèces néocomiennes de l'Algérie, notamment de grandes *Natices* offrant la plus grande ressemblance avec la *Natica Benqueti*. Les calcaires voisins, pétris de Nérinées et de polypiers, sont fortement ferrifères et présentent, tant par leurs caractères extérieurs que par la nature de leurs éléments, une analogie très-grande avec certains calcaires néocomiens de l'Algérie.

Enfin, il n'est pas inutile de rappeler à propos des baguettes du *Cidaris glandifera* (connues sous le nom d'*Olives de Sodome*, bien qu'on n'en trouve pas là où la tradition place cette ville maudite), que cette espèce, invoquée pour justifier les rapprochements précités, fut créée précisément à propos d'échantillons venus de Syrie, de telle sorte que pour se servir de cet argument il semble qu'il faudrait tout d'abord commencer par prouver que les assises qui renferment ce fossile, en Syrie, sont jurassiques.

gisent sur le sol, constituer un *abri* du genre de ceux sous lesquels on rencontre tant de débris de l'industrie humaine en France.

Le sol de cette plate-forme était couvert d'éclats de silex parmi lesquels nous pûmes recueillir tout d'abord plusieurs *couteaux* et *grattoirs* taillés suivant les mêmes règles et probablement aussi destinés aux mêmes usages que ceux que l'on rencontre en si grande abondance dans nos contrées. Nous descendîmes en toute hâte pour porter à nos compagnons la nouvelle de cette découverte, et peu de temps après les fouilles commençaient sous la direction de M. le duc de Luynes.

On ne tarda pas à découvrir, mêlés aux silex taillés, dans un terreau noir, des ossements de ruminants, brisés et souvent même calcinés.

Il restait à vérifier s'il n'existait pas, dans le voisinage de cet endroit, de station encore plus importante, et c'est pendant que nous nous livrions à ces recherches que l'on nous montra, à une centaine de pas en amont et plus bas que la plate-forme, l'entrée d'une nouvelle caverne en grande partie masquée par de gros blocs de calcaire. Contrairement à notre désir, il nous fut impossible d'y pénétrer bien avant, même avec l'aide des Arabes. Nous entendions au-dessous de nous gronder, dans l'obscurité, le torrent qui va déboucher par les cavernes inférieures, ce qui nous fit penser alors que nous nous trouvions dans la grotte supérieure, mentionnée par Botta, et qu'il dit communiquer par un couloir latéral avec les premières cavernes. Ce site n'offrant que des conditions peu avantageuses pour l'habitation, nous remontions de nouveau à la plate-forme quand un de nos travailleurs appela notre attention sur un endroit situé à cinq ou six mètres au-dessous de ce dernier point. Nous montrant alors des blocs de pierre gisant sur le sol, il nous dit que quatre cents francs de poudre avaient été employés à exploiter cette roche à l'effet d'y découvrir un trésor. En examinant de près ces pierres, nous reconnûmes que c'était une brèche calcaire assez consistante, empâtant des silex taillés ainsi que des ossements dont plusieurs sont cassés et paraissent avoir subi l'action du feu. C'était, en un mot, le terrain de la plate-forme endurci par un ciment calcaire. Cette même brèche se rencontre en place à quelques pieds de là plaquée au rocher, comme si elle eût rempli une fente et se fût ainsi formée par l'entraînement des matériaux qui constituent le sol de la plate-forme. Ce dernier point était sans doute la véritable station des hommes dont ces restes révèlent l'industrie primitive.

Nous avons fait figurer, dans la planche qui accompagne cette note, quelques-uns des instruments en silex qui proviennent de cette station humaine et dont une partie se rapporte au type dit *grattoir* (Pl. VI, fig. 1, 2, 3), tandis que le reste doit rentrer dans le type plus commun dit *couteau* (fig. 4, 5, 6, 7).

Quant aux ossements de ruminants qui leur sont associés, voici les noms des animaux que mon père y a reconnus après un examen attentif, ainsi que les remarques dont il a bien voulu accompagner ses déterminations :

« Le *Daim* (*C. Dama*) est parfaitement reconnaissable par un » fragment de mâchoire (fig. 12, 13), plusieurs molaires et des » extrémités articulaires d'os longs, humérus, tibia, etc.

» Deux autres dents molaires restées incomplètes par fracture » ancienne appartiennent évidemment à des ruminants cavicornes. » L'une de ces dents molaires supérieures, dont le lobe antérieur » est fracturé, est indubitablement rapportable à un animal du » genre *Capra*. Ses dimensions se trouvent en rapport (fig. 8) » avec celles de nos grandes chèvres ou bouquetins.

» L'autre dent (fig. 10, 11), qui est une molaire inférieure » également incomplète, présente un assemblage de caractères que » l'on ne trouve aussi nettement accentués que dans le *Nil-gau* ou » vache bleue de l'Inde et du Thibet et aussi dans une chèvre sauvage de l'île de Crète ; c'est d'avoir, en avant du lobe antéro- » externe, un repli épais d'émail sur toute la hauteur du fût et, en » même temps, entre les deux lobes, une colonnette complètement » détachée et remontant jusqu'au niveau de la table coronale de la » dent. Cette molaire, de volume bien moindre que son homologue » dans le *Nil-gau*, se rapprocherait davantage de la dimension » de celle d'une chèvre sauvage de Crète dont la tête se trouve au » cabinet d'anatomie comparée du Muséum. Enfin, un troisième » fragment de molaire inférieure (fig. 9) semblerait rapportable » à une antilope de petite taille. Il est d'ailleurs insuffisant pour » servir à aucune identification spécifique.

» Ces trois mammifères, dont les restes ont été ainsi trouvés en » Syrie associés à des silex taillés et sans mélange observé de pierres » polies ni de métaux, ne paraissent cependant pas être des espèces » éteintes.

» Le daim, très-anciennement connu dans cette région de » l'Asie où on le voit fréquemment figuré dans les monuments » d'architecture et aussi très-distinctement sur les monnaies » de l'ancienne Cilicie, n'existe peut-être plus aujourd'hui dans

» la Syrie et dans la Palestine (1). Cependant, un élève de
 » Linnée, Hasselquist, qui visita cette contrée vers le milieu
 » du XVIII^e siècle, a dit avoir vu le daim au mont Thabor (2).
 » Belon en avait également observé au XVI^e siècle dans les îles de
 » la Grèce. Le daim existe encore dans une partie de l'Afrique
 » méditerranéenne et aussi dans la Haute-Égypte. En 1828,
 » M. Drovetti, consul général à Alexandrie, adressa au duc d'An-
 » goulême une peau de daim provenant de cette région ainsi
 » qu'un bouquetin (*Capra Nubiana*) que l'on voit conservé dans
 » la galerie de zoologie du Muséum. C'est probablement avec les
 » andouillers de ce daim taillés en tête de lance que les Éthio-
 » piens de l'armée de Xerxès armaient leurs javelots. Quelques
 » traducteurs ont rendu la désignation spécifique employée par
 » Hérodote par le mot de *chevreuil*, animal qui ne paraît pas avoir
 » existé en Égypte (3). Il est probable, au contraire, que les daims
 » actuellement existants dans notre Europe occidentale pro-
 » viennent d'individus importés par les Romains ou peut-être
 » par les Phéniciens ou les Carthaginois.

» Quant à la molaire supérieur rapportable au genre *Capra*,
 » elle pourrait très-bien être attribuée au bouquetin de Syrie (4)
 » (*C. Nubiana*, *C. Arabica*, *C. Sinaïtica* de plusieurs auteurs),
 » aujourd'hui plus particulièrement retiré vers le mont Sinaï,
 » mais qu'on trouve aussi dans la haute Égypte et peut-être
 » encore dans d'autres régions de l'Afrique (5). Cette dent serait
 » un peu forte pour être rapportée à la chèvre de l'île de Crète,

(1) M. le duc de Luynes a publié un grand nombre de médailles où le daim est représenté dans des attitudes diverses, mais le plus souvent terrassé par un lion. Sur quelques-unes de ces monnaies, la représentation de l'animal est si rigoureusement fidèle que l'on y distingue jusqu'aux taches ou mouchetures caractéristiques de la fourrure des cerfs de cette espèce.

(2) D'après des renseignements fournis à M. le duc de Luynes depuis que ces lignes sont écrites, par M. Perretié, vice-consul de France à Beyrouth, le daim existerait encore dans le Liban où quelques habitants en posséderaient même à l'état de captivité.

(3) M. le duc de Luynes a bien voulu vérifier dans le texte d'Hérodote l'appellation spécifique employée par cet auteur. C'est bien en réalité celle de *Dorcas* dont les Grecs se servaient habituellement pour désigner le chevreuil.

(4) Connue des Arabes sous le nom de *Beden*.

(5) M. Perretié assure également que le *Beden* se trouve encore aujourd'hui dans le Liban; il a offert à M. le duc de Luynes d'en procurer un individu vivant.

» telle que nous la connaissons. Il est vrai que de son temps
» Belon citait deux bouquetins ou chèvres sauvages à Candie.

» La molaire inférieure à colonnettes interlobaires, dont il a
» été question ci-dessus, serait bien en rapport de dimensions
» avec la molaire supérieure dont nous venons de parler ; mais
» comme il a été impossible de vérifier, dans les collections du
» Muséum, si les bouquetins actuels de Syrie offrent cette parti-
» cularité, ce serait toujours vers la chèvre sauvage que l'on serait
» conduit pour la proposition d'un rapprochement spécifique. »

On le voit par ce qui précède, tandis qu'en Europe les instruments en silex simplement taillés se trouvent associés à des ossements brisés et calcinés ayant appartenu à des espèces perdues, en Orient, où l'usage de la pierre taillée (plus tôt remplacé par celui des instruments dus à une civilisation plus avancée) semblerait devoir remonter à des époques plus anciennes, ces mêmes instruments en silex et les coutumes des hommes qui les ont employés paraissent correspondre à un temps où vivaient des animaux existant encore dans le pays ou dans des contrées peu éloignées.

Nous signalerons, en terminant, à l'attention des voyageurs futurs, la présence de fragments de silex dans une brèche osseuse située à l'entrée de la grande grotte naturelle autour de laquelle sont creusés les caveaux de la célèbre nécropole d'Adloun, sur la côte de Phénicie, entre Saïda (Sidon) et Sur (Tyr). Nous avons fait figurer (fig. 14) l'un des rares éclats de silex qu'il nous a été possible d'extraire de cette brèche calcaire et sur le compte duquel nous n'osons pas nous prononcer, bien que des personnes compétentes l'aient considéré comme taillé de main d'homme. Des recherches ultérieures pourraient peut-être amener la découverte de silex dont le travail serait moins contestable. Nous avons cru également devoir faire figurer (fig. 15) un silex de la forme dite *couteau*, trouvé dans le voisinage des dolmens de l'Ammonitide (1) ; mais, comme c'est le seul exemplaire que nous ayons découvert dans ces régions et que d'ailleurs la taille artificielle n'en est pas bien évidente, on nous permettra de nous borner à en donner simplement la figure en faisant au sujet de ce silex les mêmes réserves que pour le précédent (2).

(1) A Manfournich, à l'est de la mer Morte.

(2) M. de Vogüé a bien voulu nous montrer, avant notre départ de la Syrie, une hache en silex simplement taillé, semblable à quelques-unes de celles que l'on a découvertes dans les alluvions quaternaires de la Somme. Cet instrument curieux avait été trouvé près de

Explication de la Planche VI.

- I. — Silex taillés et ossements provenant des bords du Nahr-el-Kelb.
1. 2. 3. Silex taillés du type dit *grattoir*.
 4. 5. 6. Silex taillés du type dit *couteau*.
 8. Molaire supérieure d'un animal du genre *Capra* (de la grandeur du bouquetin).
 9. Fragment de dent d'une petite antilope.
 10. Molaire inférieure d'un ruminant voisin de la chèvre sauvage de l'île de Crète.
 11. Section transversale de cette dent en *a*, *b*.
 12. Molaire inférieure de daim.
 13. Brèche avec silex taillé et fragment de mâchoire inférieure de daim, offrant la dernière prémolaire et la première molaire du côté gauche.
- II. — 14. Silex provenant d'une brèche osseuse située à l'entrée de la grotte naturelle d'Adloun (Phénicie).
- III. — 15. Silex trouvé dans le voisinage des dolmens de l'Ammonitide.

M. Edmond Pellat met sous les yeux de la Société d'énormes vertèbres de Sauriens et un ossement long de plus de 1 mètre que plusieurs membres de la Société croient pouvoir attribuer à la mâchoire de quelque Saurien gigantesque encore inconnu.

Ces ossements et beaucoup d'autres débris de grands Sauriens ont été recueillis par lui dans la zone à *Avicula contorta* des environs de Couches-les-Mines.

Beth-leem, à Beth-Saour, petit village chrétien dont le curé, M. l'abbé Morétain, lui avait fait présent. M. le duc de Luynes s'étant, à son retour de l'Arabah, arrêté à Beth-Saour pour y visiter la collection de M. l'abbé Morétain, nous avons pu remarquer, chez ce dernier, parmi divers objets d'ancienneté différente, de nombreux couteaux en silex, ressemblant beaucoup à ceux du Nahr-el-Kelb, des boulets en pierre, de petites meules en basalte et surtout deux os travaillés et façonnés, l'un en pointe de flèche, l'autre, en aiguille très-fine et percée d'un chas.

Ces produits d'une industrie primitive pourraient bien, au moins en partie, se rapporter à la même époque que ceux dont nous venons de signaler la découverte sur les bords du Nahr-el-Kelb; malheureusement les conditions de leur gisement normal ne sont pas connues, la plupart ayant été ramassés par les arabes à la surface de leurs champs et les autres provenant d'une terre remplissant une cavité et qui offre les traces d'un remaniement récent.

Il fait à ce sujet la communication suivante :

La zone à Avicula contorta et le bone-bed (étage rhætien), au sud-est d'Autun, dans les environs de Couches-les-Mines (Saône-et-Loire). Leurs relations avec les couches qui les précèdent et celles qui les suivent; par M. Edm. Pellat.

Depuis quelque temps le premier soin de tout géologue que le cours de ses explorations amène à la limite du lias et du trias est d'y rechercher le dépôt caractérisé par l'*Avicula contorta* et le lit à ossements (*bone-bed* des géologues anglais), partie intégrante de ce dépôt (1).

Cette espèce d'engouement s'explique facilement.

Placée entre le lias et le trias et reliée à l'un aussi bien qu'à l'autre, la zone à *Avicula contorta* établit un trait d'union entre ces deux terrains que l'on a longtemps considérés comme nettement séparés; elle remet ainsi en question la valeur des divisions adoptées pour les classifications géologiques; sa faune, restée jusqu'à ces derniers temps inconnue, s'enrichit chaque jour par la découverte d'espèces nouvelles et porte partout avec elle « un cachet particulier » (2); elle s'offre à nous, avec son mélange de formes triasiques et de formes jurassiques, comme une de ces *faunes de transition* que les recherches de ces derniers temps font découvrir quand un anneau manque dans la chaîne qui relie les unes aux autres les formations géologiques; elle nous montre les formes triasiques qui ont fini leur temps, paraissant attendre pour disparaître, que les formes jurassiques qui viennent leur succéder soient acclimatées.

Pendant un séjour que j'ai fait récemment dans les environs de Couches-les-Mines, je me suis mis à la recherche du *bone-bed* et de l'humble petit fossile qui est aujourd'hui si à la mode, l'*Avicula contorta*. Portl., et j'ai rencontré la zone à *Avicula contorta* parfaitement développée, un *bone-bed* par excellence (la couche

(1) Comme l'a fait remarquer M. Levallois (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. XXI, p. 384), on applique au tout le nom de la partie, quand on emploie l'expression de *bone-bed* comme synonyme de *couches* ou *zone à Avicula contorta*, et il peut exister des lits à ossements des *bone-beds* à des niveaux tout autres que celui-là. L'expression de *bone-bed* ou étage du *bone-bed* pourrait donc amener des confusions.

(2) M. l'abbé Stoppani (*Paléontologie lombarde*, p. 464).

dont proviennent les ossements que la Société a sous les yeux) et le *bone-bed* ordinaire ou plutôt trois *bone-beds*, c'est-à-dire trois lits remplis de dents, d'écaillés, etc.

Bien que de nombreux travaux aient été publiés, tout récemment encore, sur la zone à *Avicula contorta*, peut-être ne sera-t-il pas inutile de signaler le *facies littoral* qu'elle revêt entre Autun et Couches-les-Mines, sur le massif de gneiss et de granite qui servit successivement de rivage au terrain triasique, à cette zone de transition et aux premiers étages jurassiques.

Ce massif, qui s'étend au Sud-Ouest jusqu'à la Loire et qui se relie à l'Ouest aux montagnes du Morvan, forme le flanc oriental du bassin d'Autun.

Quand on va d'Autun à Couches-les-Mines par la grande route, on gravit la pittoresque montée de la Creuse d'Auxy, au milieu des gneiss et des granites et l'on arrive sur un plateau (le plateau d'Auxy) à l'altitude de 550 mètres environ. On était à Autun à l'altitude de 350 mètres. Jusqu'aux coteaux qui dominent Couches-les-Mines, on est à des hauteurs qui varient entre 560 et 430 mètres et l'on tombe ensuite, au delà de Couches, dans la vallée de la Dheune, à 236 mètres d'altitude.

On ne rencontre, entre Autun et Couches-les-Mines, aucune trace ni de terrain houiller ni de terrain permien.

Pendant qu'à l'ouest des torrents, résultat de pluies torrentielles, remplissaient le bassin d'Autun et entraînaient les végétaux qui croissaient sur ses bords et dont la décomposition formait la houille, pendant que les *Palæoniscus* du terrain permien pululaient dans ce lac et que les mêmes terrains (terrain houiller et terrain permien) se déposaient à l'Est, dans le bassin de la Dheune, ce bombement granitique devait exister et devait isoler les deux bassins.

Sa surface se désagrégeait sous l'influence des agents atmosphériques, et formait l'arène granitique qui, selon l'heureuse expression de M. Coquand, « semble n'attendre qu'un ciment siliceux » pour se changer en arkose (1). »

Un affaissement de ce massif à la fin de l'époque permienne a permis à la mer de s'avancer, et les débris réagglutinés des gneiss et des granites sous-jacents ont formé l'*arkose* correspondant probablement au *grès vosgien*.

Un mouvement ascensionnel, sans doute très-lent, a rejeté ensuite les eaux progressivement à l'Est et porté les *arkoses* (grès

(1) *Bull. de la Soc. géol.* 2^e sér., t. XIV, p. 23.

vosgien?) à un niveau élevé, en dérangeant à peine leur horizontalité, de même que, de l'autre côté, à l'Est, dans les Vosges, le grès des Vosges devenait une sorte de falaise que venaient baigner les eaux déposant les grès bigarrés (1).

C'est en se retirant ainsi à l'Est, que les eaux ont dû former les grès marneux avec calcaires subordonnés [division supérieure des arkoses de M. Manès (2)], que M. Coquand (3) considère comme les représentants rudimentaires des grès bigarrés et du muschelkalk et qui ne se montrent dans la région qui nous occupe qu'à l'Est, vers Produn, Saint-Emiland et Couches-les-Mines.

La formation des marnes irisées, qui annonce un changement dans le régime des eaux, des marais salants plutôt que la mer, a déposé ses derniers affleurements assez loin à l'Ouest; ils y recouvrent l'arkose inférieure (grès vosgien?); à l'Est, au contraire, déjà mieux développée, elle repose sur les arkoses supérieures.

Un mouvement d'affaissement ramenant progressivement la mer, la zone à *avicula contorta* et les premiers dépôts jurassiques s'avancent à l'Ouest et viennent buter sur le plateau d'Auxy contre les arkoses inférieures (grès vosgien?), en dépassant les marnes irisées. C'est le rivage qui avance de l'Est à l'Ouest; c'est le mouvement d'affaissement du plateau central qui continue progressivement jusqu'à la grande oolite inclusivement (4), affaissement d'où résulte la disposition transgressive des étages.

Cette disposition transgressive, cet empiètement du rivage de l'Est à l'Ouest, s'observe facilement quand on va d'Autun à Couches-les-Mines :

Sur les points élevés du massif granitique, en arrivant d'Autun, à Fragny, aux Groleys, à la forêt de Planoise, à Auxy, on voit l'arkose indépendante, c'est-à-dire non recouverte; ce serait le grès vosgien ou le grès bigarré inférieur..

Sur le plateau d'Auxy (à 550 mètres d'altitude), à la lisière de la forêt de Planoise, les grès qui sont à la base de la zone à *Avicula contorta* recouvrent immédiatement cette arkose et sont recouverts (à la Coudre) par les couches supérieures de la zone à *Avicula contorta* et par la lumachelle (zone à *Ammonites planorbis*).

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. I, p. 300.

(2) *Statistique minéralogique de Saône-et-Loire*.

(3) Mémoire déjà cité.

(4) M. Hébert : *Les mers anciennes*.

A Antully (à 560 mètres d'altitude), un lambeau de calcaire à *Ostrea arcuata* silicifié (lias inférieur) surmonte le tout.

Ce n'est que vers Antully, au ravin de la Charbonnière, par exemple, sur la grande route d'Autun à Couches, qu'apparaissent les premiers affleurements rudimentaires, mais reconnaissables, des *marnes irisées* qui reposent sur l'*arkose inférieure* (grès vosgien ou grès bigarré inférieur).

Les grès marneux avec calcaire subordonné (partie supérieure des arkoses de M. Manès, grès bigarrés et muschelkalk pour M. Coquand) ne se montrent que plus à l'Est encore, vers Produn, Saint-Émiland et sur les coteaux qui dominent Couches-les-Mines, recouvrant l'*arkose inférieure*. On a alors la série complète, tous les étages régulièrement superposés, et, au-dessus de Couches-les-Mines, à Drevin, par exemple, à l'altitude de 497 mètres, on voit de bas en haut :

- 1° Les arkoses inférieures (grès bigarré inférieur ou grès vosgien) reposant sur le granite.
- 2° Les arkoses supérieures (grès bigarré, muschelkalk pour M. Coquand (1), ÉTAGE CONCHYLIEN d'Alc. d'Orbigny).
- 3° Les marnes irisées (ÉTAGE SALIFÉRIEN d'Alc. d'Orbigny).
- 4° La zone à *Avicula contorta* (ÉTAGE RHOETIEN).
- 5° La lumachelle et le foie de veau (zone à *Ammonites planorbis* et zone à *Ammonites angulatus*). Ce sont les deux niveaux décrits dans la Côte-d'Or par notre confrère M. J. Martin. C'est l'étage que M. Renevier voudrait voir appeler ÉTAGE HETTANGIEN pour faire écarter l'expression d'*infra-lias* qui est devenue si vague (2).
- 6° Calcaires à *Belemnites acutus* et à *Ostrea arcuata* (lias inférieur, ÉTAGE SINÉMURIEN) se subdivisant en plusieurs niveaux :
 - 1° Le niveau inférieur (zone à *Ostrea arcuata*) sans *Belemnites acutus*.
 - 2° Le niveau moyen avec les *Belemnites acutus* (zone à *Belemnites acutus*) où le *facies* minéralogique est un peu différent, c'est-à-dire où le calcaire, au lieu d'être bleu comme au-dessous, est rempli de petites taches ferrugineuses.
 - 3° Le niveau supérieur caractérisé par les *Ammonites Nodotianus* et *varicostatus* où disparaît l'*Ostrea arcuata* type (zone à *Ammonites Nodotianus*, zone de transition entre le lias moyen et le lias inférieur).
- 7° Marnes à *Belemnites clavatus* et à *Ammonites planicosta* (partie inférieure du lias moyen, de l'ÉTAGE LIASIEN).

(1) Mémoire déjà cité.

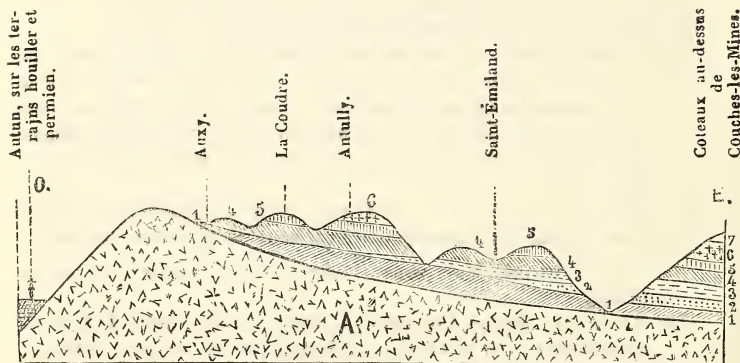
(2) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XXI, p. 336.

Je ferai remarquer qu'à Drevin, à l'Est, à l'altitude de 497 mètres, on a le lias moyen, et qu'à Antully, à l'Ouest, à l'altitude de 560 mètres, on est sur les couches les plus basses du lias inférieur. Les couches plongent par conséquent vers l'Est, ce qui indique qu'un mouvement ascensionnel a succédé au mouvement d'affaissement dont nous venons de parler. C'est le mouvement ascensionnel qui, pendant la période jurassique supérieure, rejette la mer à l'est vers le centre du bassin (1).

Plus à l'est encore, à la montagne de Rome-Château, mais en dehors de la région dont je m'occupe en ce moment, les couches supérieures du lias moyen (calcaires à *Ostrea cymbium* et à *Pecten æquivalvis*), le lias supérieur avec ses différents niveaux (2) et le calcaire à entroques complètent la série.

À l'est de Drevin, on rencontre une faille le long de laquelle la zone à *Ammonites angulatus* est à l'état de minerai de fer. C'est le minerai exploité à Chalancey, à Mazenay. On tombe ensuite dans la vallée de la Dheune.

Le croquis ci-dessous donnera une idée de la constitution géologique de ces localités :



- 7 — Étage liasien (lias moyen)
- 6 — Étage sinémurien (lias inférieur, calcaire à *Ostrea arcuata*).
- 5 — Étage hettangien (zone à *Ammonites angulatus* et à *A. planorbis*. — (Lumachelle et foie de veau).
- 4 — Étage roethien (zone à *Avicula contorta*).
- 3 — Étage saliférien (marnes irisées).
- 2 — Étage conchylien ? (grès bigarré, muschelkalk). Arkoses supérieures.
- 1 — Grès vosgien (arkoses inférieures).

(1) M. Hébert (*Loc. cit.*).

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XVIII, p. 376. J'ai signalé en 1864 à Rome-Château, à la base du lias supérieur, un gisement de poissons correspondant aux schistes de Boll.

Dans cette région, comme ailleurs, la zone à *Avicula contorta* se relie au trias qui la précède et aux dépôts jurassiques qui la suivent. Je suis donc forcé de dire quelques mots des terrains entre lesquels elle est comprise,

1° Grès vosgien ou grès bigarré inférieur (arkoses inférieures). — Comme je l'ai déjà dit, une puissante formation de grès grossiers contenant tous les éléments du granite décomposé, réagglutinés plus ou moins solidement, recouvre immédiatement les gneiss et granites, sans intercalation de terrain houiller ni de terrain permien. C'est la roche qu'Alex. Brongniart a désignée, en 1823, sous le nom d'arkose.

Cette arkose se présente sous des aspects très-différents.

Sur la lisière de la forêt de Planoise, aux Groley par exemple, une belle exploitation dirigée par M. Gentil, fournit, depuis quelque temps, à Paris, des pavés d'une extraction difficile et coûteuse, mais d'excellente qualité.

La roche exploitée est dure, à grains fins, grise quand on la casse, blanche au bout de quelques instants, chromifère à la base et au contact avec les gneiss, contact que l'on voit dans la carrière même. On l'exploite sur une épaisseur de six mètres environ.

Au ravin de la Charbonnière, sur la grande route d'Autun à Couches, dans une carrière exploitée anciennement pour l'entretien des routes et le pavage d'Autun, on a une roche qui ressemble à celle des Groley, mais qui est colorée de diverses manières. On y voit des dendrites de manganèse, des cristaux de baryte sulfatée crête de coq. Elle se présente en bancs épais presque horizontaux coupés par des fissures verticales. On la prendrait facilement pour une eurite granitoïde (1).

Dans ces deux localités qui sont très-rapprochées des points les plus élevés du massif granitique, l'action métamorphique paraît se faire sentir. Est-elle le résultat de ces éruptions quartzeuses dont parle Rozet (2), où la silice en dissolution dans l'eau serait venue cimenter les arkoses qu'à quelques kilomètres de distance

(1) C'est ici le cas de rappeler les discussions qui s'élevèrent, lors de la réunion extraordinaire à Autun en 1836, à propos d'une roche à peu près semblable, la roche chromifère des Couchets, type de l'arkose granitoïde d'Alex. Brongniart, qui fut considérée par Rozet comme une eurite granitoïde et par M. Leymerie comme une roche métamorphique ayant subi une demi-fusion (*Bull. Soc. géol.*, 1^{re} sér., t. VII, p. 344).

(2) *Mém. Soc. géol.*, t. I.

on trouve presque friables? Il est à remarquer que sur les mêmes points, les grès de la zone à *Avicula contorta* sont durcis et les calcaires à *Ostrea arcuata* sont silicifiés. La même action métamorphique aurait donc agi pendant un laps de temps très-long.

En s'éloignant vers l'Est, l'arkose est plus friable, moins cimentée.

A Produn, on exploite, pour les travaux de restauration de la cathédrale d'Autun, une arkose blanche à grains fins, dure et se présentant en bancs réguliers, sur une épaisseur considérable.

Plus à l'Est encore, vers Couches-les-Mines, l'arkose a conservé ses caractères arénacés; elle se désagrège facilement et elle ne peut plus fournir de matériaux de construction.

C'est à cette arkose que ressemblent, souvent à s'y méprendre, des lits de grès grossiers, à grains de quartz et de feldspath souvent assez gros, micacés, des lits de véritable arkose, que je signalerai tout à l'heure dans la zone à *Avicula contorta*.

A cette occasion, j'insisterai à mon tour pour que l'expression d'arkose cesse d'être employée comme nom de terrain et soit réservée comme nom de roche, puisqu'il existe de véritables arkoses à différents niveaux. Déjà, en 1836, lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Autun (1), MM. Leymerie et Rozet firent remarquer la confusion qui existait dans le langage des géologues à propos de l'expression d'arkose, prise par les uns dans une acception minéralogique, par les autres dans une acception géologique. M. Levallois a regretté récemment (2) que notre confrère, M. J. Martin, ait employé cette expression d'arkose pour désigner la zone à *Avicula contorta*, M. J. Martin a, du reste, abandonné cette dénomination dans ses derniers travaux sur cet horizon intéressant et ne s'en était servi que pour rappeler sa nature gréseuse dans la contrée où il le décrivait.

L'arkose que nous étudions a été considérée par Rozet comme correspondant au grès bigarré (3).

Pour M. Manès qui rapporte au grès bigarré le grès rouge permien, visible à l'est et à l'ouest de ces contrées, l'arkose est la partie inférieure du keuper (4).

M. Coquand pense que cette arkose représente le grès vosgien.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 1^{re} sér., t. VII.

(2) *Ibid.*, 2^e sér., t. XXI, p. 426.

(3) *Mém. Soc. géol.*, 1^{re} sér., t. I.

(4) *Statistique minéralogique de Saône-et-Loire*.

Tout à l'heure, en effet, en esquisant la configuration géologique de la contrée que nous étudions, j'ai montré que l'arkose s'y présente avec les mêmes allures que le grès *vosgien* dans les Vosges.

Lorsque l'arkose *supérieure* la recouvre, c'est-à-dire vers l'Est, il y a liaison complète, passage de l'une à l'autre.

2° Grès bigarré, Muschelkalk ? (étage conchylien) arkoses supérieures. — C'est avec doute que, comme M. Coquand (1), je rapporte à ces deux termes inférieurs du trias la division supérieure des arkoses de M. Manès, les 8 ou 10 mètres « de grès » marneux, de marnes vertes avec calcaire subordonné, soit blanc » demi-cristallin non dolomitique, soit grisâtre cristallin, sili- » ceux. »

Les assises argilo-sableuses rappellent bien en effet le grès bigarré, mais les calcaires qui les accompagnent, s'ils correspondent au muschelkalk, en sont un représentant bien peu reconnaissable.

Cet ensemble de couches ne s'est déposé qu'à l'Est, vers Saint-Emiland, Produn. Il manque, à l'Ouest, au ravin de la Charbonnière par exemple, où l'arkose inférieure (grès *vosgien* ?) est recouverte par les derniers affleurements des marnes irisées.

3° Marnes irisées (étage saliférien). — Les marnes irisées, type marécageux saumâtre du keuper, nous montrent des marais venant remplacer la pleine mer qui, pendant qu'elles se déposaient, aurait presque quitté le bassin. Elles apparaissent assez loin vers l'Ouest; nous en voyons, en effet, quelques traces entre Saint-Emiland et Auxe; mais elles n'ont qu'une très-faible épaisseur. A l'Est, au contraire, vers Couches-les-Mines, elles offrent un beau développement. On y rencontre le gypse et les dolomies keupériennes (2).

La formation des marnes irisées a été trop souvent et trop bien décrite pour qu'il soit nécessaire de m'y arrêter. Je me bornerai à

(1) Mémoire déjà cité.

(2) M. Manès (*Statistique minéralogique de Saône-et-Loire*, p. 134) subdivise les marnes irisées en trois assises :

1° L'assise inférieure composée de marnes vertes, rouges, noires ou grises, avec rognons de calcaire saccharoïde et gypse.

2° L'assise moyenne avec marnes rouges et vertes et bancs subordonnés de dolomie compacte ou cellulaire et de calcaire *sili- ceux* formant à la partie supérieure deux ou trois bancs peu suivis qui fournissent une bonne chaux hydraulique. Ce cal-

dire qu'il existe une liaison étroite entre cette formation et la zone à *Avicula contorta*. Lorsque, comme à l'Est, elles sont en contact, les derniers lits de marnes irisées alternent avec de minces lits de grès qui sont le commencement de la zone à *Avicula contorta* (1). Des affinités pétrographiques relient également les deux formations. En effet, à la partie supérieure de la zone à *Avicula contorta*, on rencontre des calcaires jaunâtres siliceux, des roches cloisonnées d'apparence keupérienne et même des marnes versicolores, verdâtres et rougeâtres.

Le faciès marin qui correspond aux marnes irisées, manquant ici comme dans le reste de la France en général (2), ou du moins, ayant échappé aux recherches s'il existe, il est impossible de constater les affinités paléontologiques locales; mais il serait intéressant de comparer les rares végétaux des arkoses des environs de Produn et des schistes d'Épogny avec les végétaux des grès de la zone à *Avicula contorta*. On peut s'attendre à trouver les mêmes espèces végétales, puisqu'aux deux époques elles provenaient du même rivage baigné successivement par les eaux dans lesquelles se déposaient les marnes irisées et par la mer de la zone à *Avicula contorta*.

4° Zone à *Avicula contorta* (Étage rhétien). — Cet étage qui fait l'objet principal de ma note nous montre un mouve-

caire, ordinairement grisâtre et fétide, contient, dit-il, quelques pétrifications du genre *Avicule*.

3° L'assise supérieure composée de grès siliceux et de lumachelle avec minéral de fer.

Le calcaire siliceux de l'assise moyenne me paraît être le calcaire siliceux à *Avicula contorta*, mais ce calcaire, que M. Manès place ainsi au-dessous des grès siliceux, leur est supérieur; ces grès siliceux (grès à végétaux d'Auxy) sont les grès de la base de la zone à *Avicula contorta*. Il y a bien, comme nous le verrons tout à l'heure des grès au-dessus du calcaire siliceux, mais ce sont les grès de la zone à *Ammonites planorbis*.

La lumachelle avec minéral de fer est la zone à *Ammonites planorbis* et la zone à *Ammonites angulatus*.

(1) M. Levallois signale une liaison semblable en Lorraine entre les marnes irisées et le grès infraliasique (*Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XXI, p. 430).

(2) Sauf, toutefois, en Lorraine où M. Levallois a rencontré, il y a longtemps déjà, quelques bancs coquilliers dont les fossiles, malheureusement, ne sont pas encore décrits.

ment d'affaissement du sol, le retour de la pleine mer et un empiétement du rivage vers l'Ouest. Nous le voyons s'adosser, sur la lisière de la forêt de Planoise et sur le plateau d'Auxy, aux *arkoses inférieures* (grès vosgien?) émergées sans doute depuis longtemps.

Il offre, entre Autun et Couches-les-Mines, trois niveaux bien distincts minéralogiquement :

1° Des grès.

2° Des calcaires gris siliceux à chaux hydraulique.

3° Des calcaires siliceux ferrugineux, foncés, couleur chamoisite, avec calcaires siliceux en plaquettes, lits de grès grossiers, marnes versicolores et calcaires cloisonnés.

L'*Avicula contorta* et les fossiles qui l'accompagnent le plus habituellement se rencontrent dans ces trois niveaux que nous allons étudier successivement :

Grès à Avicula contorta.

Les grès que nous rencontrons ici, à la base de l'étage, le constituent ailleurs, dans la Côte-d'Or, par exemple, et en Lorraine, presque entièrement à eux seuls. Ce sont les grès dont M. Levallois nous a montré récemment la continuité de l'Ardenne au Morvan (1); ce sont les grès infra-liasiques des auteurs de la carte géologique de la France.

Les grès à *Avicula contorta* se présentent sous des aspects assez différents et avec une épaisseur variable, suivant qu'on les observe à l'Ouest, près des sommets granitiques, ou à l'Est, vers Couches-les-Mines.

Sur la lisière de la forêt de Planoise et sur le plateau d'Auxy qu'ils couvrent presque entièrement et où ils viennent buter contre les arkoses, ils atteignent leur plus grande épaisseur (6 à 8 mètres). Ils se présentent en bancs réguliers exploités pour faire des meules et des pavés. Ils sont à grains fins, blanchâtres ou jaunâtres, ou fortement colorés et alors rougeâtres et brunâtres, et comme enduits extérieurement d'une croûte ferrugineuse. L'action métamorphique, dont nous avons parlé à propos des arkoses sous-jacentes dans ces mêmes localités, les a pénétrés, les a durcis.

Les grès les plus inférieurs sont remplis d'empreintes végétales bien conservées qui attestent que l'on est sur le rivage. Les mol-

(1) *Bull. Soc. géol.*, t. XXI, p. 384 et suivantes.

lusques sont rares dans ces assises à végétaux. Il semble que les premiers flots arrivés jusque-là ont entraîné les végétaux avant d'amener les mollusques. J'espère donner bientôt la liste des végétaux que j'ai recueillis. L'espèce la plus commune est le *Clathropteris meniscoides*, Brong.; j'ai cru reconnaître parmi mes nombreux échantillons les :

Equisetites platyodon, Schenk.
Equisetites arenaceus, Brongn.
Calamites Schoenleinii, Schenk.
Calamites Gumbeli, id.
Danaeopsis marantacea, id.
 Un *Palæobromelia*.

Les beaux travaux entrepris par M. Schenk sur la flore de cet horizon me permettront de comparer les végétaux qui couvraient à cette époque le plateau central de la France avec les végétaux décrits en Allemagne.

Une assise de grès du plateau d'Auxy et des environs d'Antully, qui paraît supérieure aux grès à végétaux, est remplie d'*Anatina præcursor*, Quenst, de *Mytilus* (*Mytilus minutus* ? Goldf.) et d'autres bivalves à l'état de moules et d'une détermination difficile, sinon impossible.

Près de la Coudre, dans un chemin creux où l'on voit les grès reposer sur l'arkose, j'ai trouvé au milieu de marnes noirâtres et sous les grès jaunâtres ordinaires, des petits lits de grès verdâtres très-argileux, avec moules de Gervillies (*Gervillia inflata*, Stopp.) et remplis de dents, d'écailles, de petits ossements brisés. C'est un lit à ossements, un *bone-bed*, avec ses caractères habituels, avec les *Saurichthys acuminatus*, *Sargodon tomicus*, *Sphæroodus minimus*, *Gyrolepis tenuistriatus*, etc., etc.

A peu de distance, sur le plateau d'Auxy, j'ai rencontré à la surface d'un champ, au milieu de grès jaunâtres sans fossiles, une roche à gros grains de quartz et de feldspath, grossièrement agglutinés par un ciment ferrugineux brun foncé, avec paillettes de mica (1). Ce conglomérat est pétri de dents de *Saurichthys acuminatus*, Ag., *Acroodus minimus*, Ag., *Sargodon tomicus*, Plin., avec ossements assez gros. Il rappelle le conglomérat situé au même niveau dans le souterrain de Blaisy, découvert par M. Guillebot

(1) M. le supérieur du petit Séminaire d'Autun, M. l'abbé Duchêne, avait eu l'obligeance de me montrer des échantillons d'un conglomérat ossifère semblable provenant sans doute du même endroit.

de Nerville et cité par M. J. Martin, qui l'a étudié avec soin (1).

En s'éloignant du plateau d'Auxy pour se rapprocher de Couches-les-Mines, les grès changent d'aspect; ils sont friables, moins colorés, moins épais, plus riches en mollusques, mais plus pauvres en végétaux.

Dans le bois des Maraux, près de Couches-les-Mines, j'ai trouvé, à la base des grès, un lit de grès argileux verdâtre analogue à celui des environs de la Coudre et comme lui rempli de dents, d'écailles, etc.

Au-dessus de ce *bone-bed*, au milieu de sables argileux jaunâtres, sont disséminés des rognons de grès jaunâtre, friable, avec :

Cardita austriaca, Haüer.

Mytilus minutus ? Gold.

Avicula contorta, Portl.

Pecten valoniensis, Def.

Ostrea irregularis, Münster.

Anomya.

et quelques dents.

Des grès semblables, contenant les mêmes fossiles, disposés en rognons plutôt qu'en bancs continus, au milieu de sables jaunâtres, terminent le niveau des grès à Digoine, Epiry, etc.

Ce sont ces grès jaunâtres et friables qu'il est quelquefois difficile de distinguer d'avec les grès de l'horizon de la lumachelle (zone à *Ammonites planorbis*). Ces derniers grès contiennent aussi des Mytils (*Mytilus minutus*) et l'*Ostrea irregularis*, Münster. On rencontre souvent, dans le même champ, à quelques mètres de distance ou réunis au même endroit par la main de l'homme, ces deux grès d'âge différent, mais d'aspect identique et, si l'*Avicula contorta* ou quelque autre fossile ne vient pas les faire distinguer, rien n'est plus facile que de les confondre.

Calcaires grisâtres siliceux à Avicula contorta.

En 1861 (2), j'ai signalé à la Société l'existence, dans les environs de Couches-les-Mines, de calcaires excessivement riches en débris de grands sauriens reposant sur le grès infra-liasique (grès à *Avicula contorta*). Je devais à l'obligeance d'un propriétaire des environs d'Antully, M. Rollet, des vertèbres et divers autres osse-

(1) Voy. *Mém. de l'Acad. des sciences, arts et lettres de Dijon*, t. XI.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XVIII, p. 676.

ments recueillis dans ces calcaires qu'il faisait exploiter pour l'amendement de ses terres. Depuis, j'ai pu me procurer, dans le même gisement, un grand nombre de pièces fort intéressantes, et, en suivant ce niveau vers l'Est, j'y ai rencontré l'*Avicula contorta* et beaucoup d'autres fossiles.

Ce calcaire donne dans certains endroits une excellente chaux hydraulique.

Un échantillon analysé au Collège de France par M. Fouqué a donné :

Eau.	0,48
Carbonate de chaux.	79,05
Silice.	17,66
Alumine et oxyde de fer.	2,79
	99,98

M. Fouqué a ajouté que dans cet échantillon la silice était isolée en gros grains.

A l'Ouest, dans les environs d'Antully, le calcaire siliceux offre trois bancs réguliers séparés par des marnes noirâtres.

Dans une carrière des environs de la Coudre, on voit de haut en bas :

Alternances de marnes noirâtres ou bleuâtres et de calcaires ferrugineux à reflet brillant dans les cassures, se divisant en plaquettes couvertes de fossiles. C'est la base du niveau supérieur dont nous nous occuperons tout à l'heure.	1 ^m ,50
Calcaire grisâtre très-siliceux.	0 ^m ,40
Marnes jaunâtres.	0 ^m ,30
Calcaire grisâtre, fétide, moins siliceux.	0 ^m ,30
Marnes jaunâtres.	0 ^m ,40
Calcaire comme le précédent.	0 ^m ,40

Au-dessous, on a des marnes noirâtres et les grès.

Le calcaire de cette carrière est dur, très-pauvre en mollusques, mais les marnes qui séparent les deux derniers bancs renferment une énorme quantité de débris de grands sauriens (1).

En s'éloignant du rivage vers l'Est, les ossements de sauriens sont plus rares, mais les mollusques plus communs.

Sur les coteaux qui dominent Couches-les-Mines, à la Maladière, à Montorge, ce calcaire a été exploité pendant de longues années

(1) M. Ed. de Loisy a recueilli dans le même calcaire, près de son château à Epiry, toute une série de vertèbres et divers ossements du squelette d'un de ces gigantesques sauriens.

et il a fourni la chaux hydraulique qui a servi aux travaux du canal.

Comme à la Coudre, il est en bancs réguliers. Le banc supérieur se divise en plaquettes couvertes de fossiles, de *Plicatula intus-striata*, Emmer. (1), d'*Avicula contorta*, Portl., etc.

Les dents du *bone-bed* sont disséminées dans toute la masse et ressortent quelquefois en rouge sur la roche grisâtre.

On rencontre fréquemment, dans la roche, des galets de quartz.

Le banc le plus inférieur est quelquefois recouvert (la Maladière, Montorge) d'un petit lit de grès fin, marneux, qui est soudé au calcaire et est rempli de dents. C'est encore un lit à dents, un *bone-bed*, intercalé dans le calcaire, avec *Sargodon tomicus*, *Hybodus minor*, *Saurichthys acuminatus*, etc., etc.

Quelquefois (à Epiry, Digoine, au bois des Maraux), le calcaire, au lieu d'être en bancs réguliers, se présente en rognons plus ou moins volumineux, disséminés dans des marnes jaunâtres ou brunâtres et succédant aux rognons de grès à *Avicula contorta*. Ces rognons sont ordinairement très-fossilifères. Lorsqu'ils sont restés longtemps exposés à l'influence des agents atmosphériques, ils présentent en saillie, sur leur surface, les *Avicula contorta*, les *Myophories*, des piquants d'*Oursins*, des *Cidaris*, des *Pentacrines*, etc.

La faune de ces calcaires est assez riche.

Indépendamment des gigantesques ossements que j'ai eu l'honneur de montrer à la Société, j'y ai recueilli des vertèbres de Plésiosaures, des vertèbres rappelant celles des Ichthyosaures, mais paraissant en différer et appartenant peut-être au même saurien que la mâchoire déjà citée (2), des côtes longues de plus de 1 mètre et divers autres ossements, enfin un Ichthyodorulite de grande taille qui me paraît identique avec celui que M. Levallois a fait figurer dans le *Bulletin de la Société*, à la fin de son mémoire sur les couches de jonction du lias et du trias.

J'ai recueilli également les dents, les écailles et autres débris

(1) Ce fossile qui pullule quelquefois dans la lumachelle zone à *Ammonites planorbis* a été déjà plusieurs fois rencontré dans la zone à *Avicula contorta*.

(2) M. Dumortier a décrit et figuré récemment, dans ses études paléontologiques sur l'infra-lias du bassin du Rhône, une vertèbre qu'il rapporte à un Ichthyosaure et qui lui a été remise par M. l'abbé Duchène. Il l'attribue à la zone à *Ammonites planorbis*, mais elle avait été recueillie par M. Duchène dans les calcaires hydrauliques qui, comme nous le voyons, appartiennent à la zone à *Avicula contorta*.

du *bone-bed* aussi bien dans les différentes assises du calcaire que dans le petit *bone-bed* qui y est intercalé.

Comme mollusques je citerai :

Cardita austriaca, Häuer.
Cypricardia marcignyana, Mart.
Myophoria inflata, Emmr.
Mytilus minutus, Gold.
Avicula contorta, Portl.
Gervillia inflata, Stopp.
Gervillia Galeazzi, id.
Gervillia præcursor, Quenst.
Pecten valoniensis, Def.
Plicatula intusstriata, Emmr.

J'y ai de plus rencontré des Pentacrines, des *Cidaris* avec leurs piquants encore en place, beaucoup de coquilles bivalves que je n'ai pu encore déterminer et quelques moules de gastéropodes.

Calcaires ferrugineux siliceux à *Avicula contorta*, grès, calcaire siliceux cloisonnés, marnes versicolores.

Les calcaires gris siliceux à chaux hydraulique sont partout recouverts de calcaires siliceux ferrugineux, d'un brun foncé, couleur rouille ou couleur chamoisite, à reflet brillant dans les cassures, très-fossilifères, mais où les fossiles ne se distinguent que par leur forme sans offrir la moindre différence avec la roche qui les contient. C'est une roche lourde. M. Fouqué a bien voulu, à la prière de M. Ch. Sainte-Claire Deville, en analyser deux échantillons. L'un a donné :

Eau	0,42
Carbonate de chaux	78,23
Silice	13,44
Alumine et oxyde de fer	8,70
	100,79

L'autre, qui paraissait très-magnésien, a donné :

Eau	0,65
Carbonate de chaux	81,46
Silice	15,58
Alumine et oxyde de fer	3,44
	100,53

M. Fouqué a ajouté que dans ce dernier échantillon la silice est

presque entièrement à l'état de combinaison, si bien qu'après une légère calcination la matière traitée par un acide donne de la silice gélatineuse.

L'épaisseur de ces calcaires est variable. Lorsque la série des assises est complète, elle a de 1 mètre à 1 mètre 50 de puissance et elle forme plusieurs bancs, séparés par des marnes noirâtres ou brunâtres (la Coudre, la Maladière).

J'ai recueilli dans ce calcaire ferrugineux des dents de *Saurichthys acuminatus*, l'*Avicula contorta*, la *Gervillia Galeazzi*, la *Gervillia præcursor* et la plupart des espèces du calcaire grisâtre sous-jacent.

La partie supérieure de ce calcaire se divise ordinairement (la Coudre, Epiry, la Maladière) en plaquettes littéralement couvertes d'une petite coquille dont les valves souvent très-bien conservées présentent les détails de la charnière. Cette coquille très-équivalve diffère par plusieurs de ses caractères des Cardinies dont elle rappelle la forme et appartient très-probablement à un genre nouveau.

Au-dessus de ces calcaires siliceux ferrugineux à *Avicula contorta*, on voit sur une épaisseur de 2 mètres environ, au milieu de marnes noirâtres ou brunâtres, des roches d'aspect keupérien, des calcaires jaunâtres siliceux en lits très-minces avec *Gervillia præcursor* (Mardor, Digoine), des calcaires cloisonnés, des grès fins ou grossiers et un troisième et dernier *bone-bed*, une petite assise remplie de dents, d'écailles (*Saurichthys acuminatus*, *Gyrolepis tenuistriatus*, etc., etc.)

Cette assise très-constante est, à la Maladière, un grès très-dur, à grains de quartz blanc et de feldspath rose, avec paillettes de mica. Quelquefois on a un grès roussâtre ferrugineux. A Montpatey, ce *bone-bed* est à l'état d'arkose grossière, friable, grisâtre; sans les dents et les petits ossements dont il est rempli, il serait presque impossible de le distinguer des arkoses triasiques.

Ce *bone-bed* est recouvert de grès friables et ferrugineux, jaunâtres ou brunâtres, en petits lits intercalés dans des marnes bigarrées, surtout rougeâtres, tellement semblables aux marnes irisées qu'un propriétaire des environs d'Antully les a prises pour ces dernières et y a cherché du gypse.

Les marnes redeviennent ensuite noirâtres et nous amènent par une transition insensible aux plaquettes de calcaire blanchâtre de l'horizon de la lumachelle (zone à *Ammonites planorbis*).

5° Zone à *Ammonites planorbis* (lumachelle) et zone à *Ammonites angulatus* (foie de veau). — Je ne parlerais pas de
Soc. géol., 2^e série, tome XXII.

ces couches dont je me propose de m'occuper plus tard, si aux calcaires blanchâtres avec marnes noirâtres de la zone à *Ammonites planorbis* ne succédaient pas des lumachelles gréseuses et les grès jaunâtres dont j'ai déjà dit quelques mots et qui offrent la plus grande ressemblance avec les grès à *Avicula contorta*. Les fossiles se joignent à la roche pour rendre la confusion plus facile. En effet, les deux espèces qui pullulent dans ces grès de la lumachelle sont précisément deux espèces qui se trouvaient déjà presque aussi abondamment dans les grès de la zone à *Avicula contorta*. C'est un *Mytilus* (*Mytilus minutus*, Gold.) et l'*Ostrea irregularis*, Münst (1).

Ces grès de la lumachelle alternent avec des lumachelles ou des calcaires sableux avec traces de dents (2) et les fossiles ordinaires de la zone à *Ammonites planorbis*, et l'on arrive ensuite à deux ou trois bancs de calcaire grisâtre ou bleuâtre avec gastéropodes nombreux (*Littorina clathrata*, etc., etc.) et quelques rares *Ostrea arcuata*; c'est le foie de veau, la zone à *Ammonites angulatus* qui, à peu de distance, à Mazenay et à Chalencey, est à l'état de minerai de fer (3).

6° Lias inférieur; calcaires à *Ostrea arcuata* et à *Belemnites acutus* (étage sinémurien). — Les *Ostrea arcuata* pullulent bientôt et l'on est en plein lias inférieur, en plein calcaire à Gryphées arquées.

A Antully, ce calcaire à *Ostrea arcuata* est silicifié et a été considéré par M. Manès (4) comme une variété fossilifère du grès d'Auxy qui appartient à la zone à *Avicula contorta*.

Nous avons vu que l'action métamorphique, avant d'arriver jusqu'à ces calcaires à *Ostrea arcuata*, avait modifié dans les mêmes localités, les grès à *Avicula contorta* et les arkoses triasiques.

Les caractères les plus saillants de la zone à *Avicula contorta*, entre Autun et Couches-les-Mines, sont, en résumé :

(1) M. Dumortier (*loc. cit.*) pense que cette *Ostrea* de la lumachelle et de la zone à *Avicula contorta* est l'*Ostrea sublamellosa* Dunker.

(2) Les mêmes peut-être que celles de la zone à *Avicula contorta*.

(3) Ce minerai de fer situé le long d'une faille et dont l'assise du foie de veau, à quelques mètres de distance, ne présente plus de traces, correspond sans doute à un centre d'activité d'éruption aquoso-minérale.

(4) *Statistique minéralogique de Saône-et-Loire*, p. 135.

1° Sa division en trois niveaux (1° grès, 2° calcaires grisâtres siliceux, 3° calcaires siliceux ferrugineux et couches subordonnées de marnes bigarrées, de grès, d'arkose), ces trois niveaux contenant la même faune, c'est-à-dire l'*Avicula contorta* et les fossiles qui l'accompagnent le plus habituellement;

2° Son faciès littoral, l'abondance de végétaux et le grand nombre de débris de grands sauriens;

3° La présence à chacun de ces trois niveaux d'un *bone-bed*, les dents, les écailles, les débris d'ossements qui caractérisent ces *bone-bed* étant de plus disséminés dans toute l'épaisseur du dépôt;

4° Sa liaison étroite sous le rapport des fossiles et sous le rapport pétrographique avec la lumachelle qui la surmonte (zone à *Ammonites planorbis*), mais une liaison pétrographique non moins étroite avec le trias sous-jacent;

5° Sa position transgressive par rapport aux marnes irisées qui se sont d'ailleurs déposées dans des conditions toutes différentes, ce dernier caractère, joint à ses affinités paléontologiques incontestables avec le lias, la rattachant ici, comme dans la Côte-d'Or, plutôt au terrain jurassique qu'au trias.

La zone à *Avicula contorta*, telle que je viens de la décrire, peut avoir comme épaisseur maxima 12 mètres environ.

Il est probable que dans les environs de Lyon, où elle est difficile à observer et jusqu'à présent, par conséquent, peu connue, elle présente à peu près les mêmes caractères pétrographiques. M. Dumortier, en effet, dans le travail que j'ai déjà eu l'occasion de citer (1), mentionne, à cet horizon, des grès quartzeux, des calcaires roussâtres à reflets nacrés, des cargneules, des calcaires fins, mats, blancs ou rosâtres, des plaquettes dolomitiques à *Tæniodon præcursor*, Shl. L'ensemble du dépôt est évalué par lui à 15 mètres.

La zone à *Avicula contorta* fait-elle partie d'un étage du terrain triasique ou d'un étage du terrain jurassique? Constitue-t-elle à elle seule un étage indépendant servant de transition au terrain triasique et au terrain jurassique, mais n'appartenant ni à l'un ni à l'autre, ou plutôt appartenant aux deux, un terrain neutre?

(1) *Études paléontologiques sur l'infra-lias du bassin du Rhône.*

Est-elle, au contraire, un étage triasique ou bien un étage jurassique?

De ces cinq opinions en présence résulte le débat qui divise les géologues et donne lieu à tant de discussions.

On est généralement d'accord aujourd'hui pour reconnaître que la zone à *Avicula contorta* mérite d'être érigée en étage, et ne fait partie ni d'un étage triasique, ni d'un étage jurassique; mais il reste toujours la triple question de savoir si cet étage, étage rhœtien, comme a proposé de l'appeler M. Gümbel et comme l'a qualifié récemment M. Renevier (1), est triasique, jurassique ou neutre.

Les géologues qui n'admettent pas son indépendance, c'est-à-dire qui veulent en faire un étage jurassique ou un étage triasique, produisent, à l'appui de leur opinion, des listes de fossiles, pèsent et comptent les affinités paléontologiques avec le trias ou avec le lias; mais « le recensement des fossiles de la zone à *Avicula contorta* n'est-il pas ouvert de trop fraîche date (2), » pour que ce mode d'argumentation soit concluant dès maintenant? Quelque soin que l'on apporte à l'étude des fossiles cités, les déterminations sont-elles assez certaines, surtout lorsqu'il s'agit de fossiles à l'état de moules? Les listes, exactes aujourd'hui, le seront-elles demain, quand chaque jour la faune de l'étage rhœtien s'enrichit d'espèces nouvelles? La découverte dans nos contrées de quelques fossiles keupériens, découverte sur la voie de laquelle nous met M. Levallois, ne viendra-t-elle pas peut-être, un jour ou l'autre, apporter dans la question l'élément de comparaison qu'actuellement il faut aller chercher dans d'autres pays? Ne serait-il pas prudent d'attendre encore avant de conclure?

La question au surplus est-elle si importante, comme le disait encore récemment M. Renevier (3)? Est-il absolument nécessaire de rattacher l'étage rhœtien, soit au trias, soit au lias?

Aujourd'hui, on admet généralement que les faunes se sont modifiées petit à petit, de proche en proche, aussi bien horizontalement que verticalement et que, sauf sur les points, centres de perturbations géologiques, elles n'ont pas été anéanties brusquement pour être remplacées par d'autres toutes nouvelles.

Dans cet ordre d'idées, ne pourrait-on pas arriver à dire :

(1) *Bull. Soc. géol.* 2^e sér., t. XXI, p. 333 et suiv.

(2) M. Levallois, mémoire déjà cité, p. 429.

(3) Mémoire déjà cité, p. 337.

L'étage rhœtien est jurassique dans certains pays, triasique dans d'autres;

Lorsqu'il correspond à un changement dans la configuration de la mer, lorsque, comme en Bourgogne, par exemple, dépôt marin, il succède à un dépôt formé dans des conditions différentes, il se relie au lias (dépôt marin comme lui) plutôt qu'au trias;

Lorsque, au contraire, dans une contrée, la faune keupérienne, mieux développée, a pu persister plus longtemps, lorsque la perturbation a été moins grande, lorsque, par conséquent, le changement dans la faune a été plus lent, il se relie plutôt au trias.

Tout le monde alors aurait raison dans cette question de limite de terrain, de même que dans d'autres questions analogues qui, comme elle, ont donné lieu à tant de controverses.

Je reçois fort tardivement deux analyses que M. Jordan, ingénieur ordinaire des mines à Châlon-sur-Saône, a bien voulu faire, à ma demande, au bureau des mines de Châlon.

J'aurais désiré les insérer dans ma note à côté de celles que je dois à l'obligeance de M. Fouqué.

Les échantillons communiqués à MM. Fouqué et Jordan ne provenant pas exactement des mêmes localités, les légères différences que l'on remarquera dans les résultats obtenus s'expliquent très-facilement.

Le calcaire gris bleu de la carrière de la Coudre près Antully (*niveau des calcaires gris siliceux à Avicula contorta*) a donné à M. Jordan :

Eau.	2,4
Carbonate de chaux.	81,5
Carbonate de magnésie.	0,9
Oxyde de fer	2,6
Argile et silice.	12,9
	100,0

Le calcaire de couleur rubigineuse analogue à celle de la chamoisite, des environs de Dracy (*niveau supérieur à Avicula contorta*) a donné :

Eau.	2,6
Carbonate de chaux.	72,4
Carbonate de magnésie.	3,8
Oxyde de fer (hydraté).	8,5
Argile et silice.	12,7
	100,0

Le Secrétaire donne lecture, au nom de l'auteur, de la note suivante :

Sur une conséquence de la verticalité de certains filons ;
par M. Th. Ébray.

Les couches sédimentaires s'étant déposées horizontalement ou presque horizontalement, les géologues ont conclu, quand celles-ci présentent des inclinaisons sensibles, qu'il y a eu bouleversement postérieur au dépôt de ces couches, et, *vice versa*, on a été conduit à admettre qu'il n'y a pas eu de cataclysmes quand ces couches se montrent dans une position presque horizontale. Le même principe peut être appliqué aux roches éruptives qui se sont fait jour à diverses époques suivant des lignes sensiblement verticales, et l'on peut admettre que la rencontre d'un filon ou d'un système de filons voisin de la verticale indique que la roche encaissante n'a pas été bouleversée postérieurement à la sortie de la roche éruptive, de même qu'on peut supposer qu'un système de filons semblablement inclinés a dû être dérangé à la même époque.

Quand on applique ce principe aux principaux systèmes de soulèvements admis en France, on arrive à des incompatibilités évidentes qui conduisent au moins à rejeter la théorie des soulèvements proposée par M. Élie de Beaumont et à admettre la théorie des affaissements préconisée par Constant Prévost et montrant fort bien pourquoi l'on rencontre des roches modernes affectées de fortes inclinaisons et même de renversements, tandis que les filons qui ont traversé les roches anciennes se sont maintenus, en grande partie, suivant des inclinaisons oscillant autour de la verticale. Cette remarque est d'autant plus importante qu'en admettant la théorie des soulèvements, il faut inférer que les terrains anciens ont dû être disloqués bien plus souvent que les terrains modernes, ce que l'allure des filons paraît formellement contredire. L'énumération des systèmes de filons non dérangés de la verticale et cependant supposés disloqués par des bouleversements postérieurs me conduirait trop loin, ces quelques lignes ayant seulement pour but d'éveiller l'attention des géologues sur un élément d'étude qui jusqu'à présent n'a nullement été pris en considération.

Je me bornerai à citer quelques faits relatifs aux environs de Lyon.

1° Filon vertical de Pontgibaud.

De l'avis de beaucoup de géologues, ce filon a été bouleversé et rempli à des époques fort diverses.

2° Filon vertical de quartz du mont Sauvage sensiblement semblable à celui de Verpierre.

Ces filons sont, d'après M. Grüner, en partie contemporains des émissions porphyriques et de la période anthracifère, et cependant ce géologue établit entre Régny et Tarare une ligne de dislocation du système de soulèvement du Morvan (*Description géologique du département de la Loire.*)

3° Les filons de minette d'Amplepuis et de la Grange-Cléard sont verticaux, et cependant ils sont situés sur le trajet des lignes vertes, qui, sur la carte de M. Grüner, indiquent le système du Morvan.

4° Presque tous les filons figurés sur les coupes de M. Grüner (*Carte géologique de la Loire*) ont des inclinaisons voisines de la verticale, et ces coupes sillonnent des systèmes de soulèvements supposés d'époques fort dissemblables.

5° On arrive à des impossibilités bien plus grandes encore en consultant l'ouvrage de M. Mène (*Géologie du Rhône*), car ce géologue a multiplié outre mesure la supposition d'époques de soulèvements, en faisant ainsi de la géologie mécanique ou géométrique consistant tout simplement à comparer la direction de certaines crêtes, de certains contre-forts et même de chaînons tout à fait secondaires aux directions des systèmes de montagnes établis par M. Élie de Beaumont, pour en déduire un nombre considérable de dislocations qui n'existent pas dans la nature.

M. Grüner fait observer, au sujet de la communication de M. Ébray, qu'il est bien vrai que les filons peuvent être déviés de leur verticalité par les soulèvements. — Mais aussi les exemples de ce fait ne manquent pas dans les Alpes. On peut citer le filon de l'Argentière dans le Briançonnais, qui est devenu presque horizontal dans sa partie inférieure, tandis que les strates du quartzite encaissant sont, sur ce point, à peu près verticales.

Quant aux lignes de dislocations, rapportées dans le Roannais au système du Morvan, M. Grüner rappelle qu'il a dit expressément que ce sont surtout des failles, et qu'à ces failles correspondent les principaux filons quartzo-barytiques de la contrée et en particulier celui de Verpierre que cite M. Ébray. — Si d'ailleurs la plupart des filons *antérieurs*, de porphyre et de quartz, sont encore aujourd'hui fortement inclinés, il n'y a

rien là d'anormal, puisque les assises du grès à anthracite, quoique affectées par les fractures N. O. — S. E., ont assez rarement une bien forte pente.

Enfin M. Grüner ne voit pas pourquoi M. Ébray oppose à cette occasion la théorie des soulèvements à celle des affaissements, car, pour un massif d'assises inclinées, on conçoit difficilement qu'il puisse y avoir soulèvement d'un côté sans affaissement de l'autre, et réciproquement. — En tout cas que, l'inclinaison générale d'un massif stratifié ait été amenée par voie d'affaissement, ou par voie de soulèvement, il est bien évident que tout filon plus ancien, appartenant à ce massif, sera également dévié de sa position première en même temps que les strates du terrain encaissant.

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

A CHERBOURG

(MANCHE),

Du 20 au 26 août 1865.

Les membres de la Société qui se sont rendus à cette réunion sont :

MM.	MM.
BARDIN (l'abbé), professeur au petit séminaire d'Angers,	DESLONGCHAMPS (Eugène),
BERTHON (l'abbé), curé de Robiac (Gard),	FALIÈS,
BONISSENT,	FARGE,
BRÉON,	GUILLIER,
COLLENOT,	JACKSON,
COLLOMB,	LAURENT (Ch.),
DANGLURE,	LAVERNÈDE (DE),
DEWALQUE (G.),	MAGNAN,
DIEULAFAIT,	MARÈS (P.),
	VIEILLARD.

Ont assisté aux excursions :

MM. LEVIEUX, ancien membre, et SERMET, de Toulouse.

Séance d'ouverture, le 20 août 1865.

Le 20 août, à une heure, la Société a ouvert ses séances à Cherbourg, à la mairie, dans la salle destinée aux réunions de la Société impériale des sciences naturelles, salle que M. le maire a bien voulu mettre à sa disposition.

La séance est ouverte sous la présidence de M. Éd. Collomb.

On commence par la formation du Bureau pour la réunion extraordinaire.

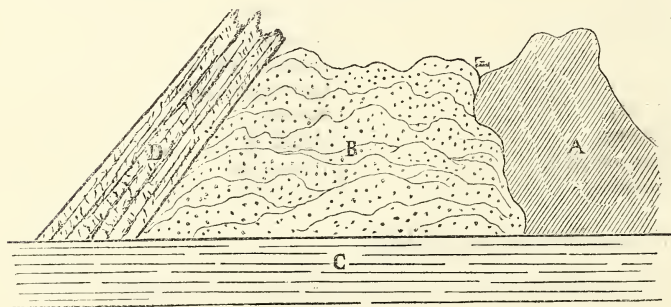
Président, M. BONISSENT.
 Vice-Président, M. Éd. COLLOMB.
 Secrétaire, M. Eugène DESLONGCHAMPS.
 Vice-Secrétaire, M. DIEULAFAIT.

M. Éd. Collomb invite le Président à prendre place au bureau.

M. le Président élu, tout en remerciant ses collègues de l'honneur qu'ils ont bien voulu lui faire en l'acceptant pour guide des courses et en le chargeant de la direction des séances, s'excuse sur son grand âge, et demande que l'on accepte sa démission de Président, ce qui lui est refusé.

Il a été arrêté que, la séance d'ouverture terminée, on se rendrait à la montagne du Roule (1) pour observer la superposition des schistes siluriens à *Calymene Tristani* sur les grès à *Scolithus linearis*.

Roches de la montagne du Roule redressées.



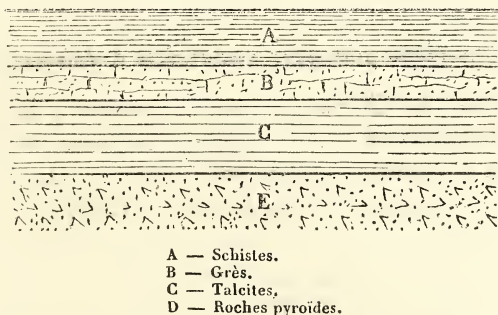
- A — Schistes siluriens renversés.
 B — Grès.
 C — Talcites. — Il n'est pas tenu compte ici
 du redressement des talcites.
 D — Grès relevés.
 F — Faille.

La Société a pu constater au Roule que le grès silurien reposait directement en stratification discordante sur le talcite

(1) Montagne qui domine Cherbourg au S. E.

chloriteux (1), mais la superposition du schiste sur le grès n'y est point évidente; si l'on veut observer ce fait d'une manière précise, on doit s'éloigner de Cherbourg et parcourir ses environs dans la partie ouest. Partout, au fond des vallées, soit à Cherbourg, soit dans la Hague, le grès recouvre immédiatement les talcites et les roches cumbriennes, et nulle part on ne le voit supporté par les schistes de son âge. Un exemple frappant de la superposition du schiste sur le grès se voit à Brix, au fond d'une vallée où coule un petit ruisseau qui alimente le moulin, dit moulin de Brix, distant de 47 kilomètres de Cherbourg.

Roches de la montagne du Roule avant leur redressement.



Après cette excursion qui a duré quatre heures, pendant lesquelles les membres ont recueilli plusieurs fossiles tant au Roule qu'à la Glacerie, la séance a été reprise de nouveau vers cinq heures.

M. P. Marès a adressé à M. le Président plusieurs questions sur les grès et sur les schistes du Roule. Ce dernier, trop fatigué, n'a pu prendre la parole. Il a été remplacé par M. Faliès, qui a donné, au tableau, des explications sur la faille qui a occasionné le dérangement des deux couches, et il a reconnu que le grès était inférieur aux schistes, ainsi que l'a dit M. Bonissent aux pages 5 et 6 de son fascicule sur le terrain silurien. A la suite de cette discussion, qui s'est

(1) Stratification du talcite E. O., avec plongement au N. par 45°.
Stratification du grès S. O., avec plongement au N. O. par 50°.

promptement terminée, on a fixé, ainsi qu'il suit, l'itinéraire que devait suivre la réunion pendant la session extraordinaire :

Le 1^{er} jour, on est allé au Roule et à la Glacerie.

Le 2^e jour, lundi, on se rendra à Jobourg pour examiner les roches de fusion.

Le 3^e jour, mardi, séjour à Cherbourg, visite au Cabinet d'histoire naturelle de la ville. Départ à quatre heures et demie pour Valognes et visite aux Carrières de l'infra-lias.

Le 4^e jour, mercredi, aux Moitiers d'Allonne et à Baubigny.

Le 5^e jour, jeudi, à Orglandes et à Hauteville.

Le 6^e jour, vendredi, à Fresville et Blosville.

Le 7^e jour, samedi, au Bosq d'Aubigny ; départ de Valognes.

Deuxième journée ; excursion à Jobourg.

En partant de Cherbourg pour se rendre à Jobourg, on marche constamment sur des talcites, de forme, de nuance et de texture très-variées, jusque sur la commune de Tonneville. Arrivée au moulin de la ferme de la Capelle, située sur Equeurdreville, la Société a visité un immense filon de calcédoine blanche translucide, grisâtre sur quelques points.

A Haineville, on gravit une côte rapide qui acquiert, à son sommet, à Brainville, près de 154 mètres d'altitude. On aperçoit, sur le côté droit de cette route, une série de protogines très-variées qui ont surgi au milieu des talcites. Les unes sont massives, d'autres sont glandulaires ; il y en a d'uniformes et de schistoïdes. Elles ont des nuances différentes ; les unes sont verdâtres ou rougeâtres ou brun rougeâtre, brunâtres, grisâtres, unies ou bigarrées, selon la couleur dominante du feldspath ; quelques-unes affectent la texture porphyroïde tout près d'autres qui sont à grain fin. On trouve aussi une protogine à grain moyen glandulaire dont le feldspath est entouré de talc verdâtre, comme d'une auréole, renfermant des cristaux d'amphibole.

Sur le côté gauche de la même route, on voit, à Tonneville et à Querqueville, des filons de pétro-silex, intercalés dans la protogine.

Les pétro-silex ont quelquefois l'aspect écailleux et renferment des parcelles de talc. Souvent aussi ils se brisent en fragments parallélipipédiques à cassure mate. Au-dessous du Moulin-ès-Langlois, le pétro-silex montre quelques lamelles d'un feldspath vitreux qui lui donne l'aspect pseudo-porphyrique. La même roche est fréquemment attirable au barreau aimanté par la présence de petits cristaux d'oxydulite qui sont disséminés dans la pâte compacte.

Arrivée à Jobourg, la Société s'est trouvée sur un petit plateau de grès et de schistes siluriens. Là elle a recueilli dans les schistes du cimetière quelques fragments d'*Orthis redux* et de *Calymene Tristani*. En laissant à l'est ce plateau, on descend par une pente très-accidentée le long d'un coteau qui regarde, à l'ouest, l'île anglaise d'Origny, et qui va toujours en s'abaissant sur le bord de la mer.

A partir de ce lieu, on a constamment sous les yeux une grande quantité de roches de fusion très-remarquables par leur variété.

Celles qui dominent sont des syénites à grain fin, à grain moyen et à gros grain ; leur feldspath est ou brunâtre ou blanchâtre, ou violacé avec amphibole à grain ordinaire, soit verdâtre, soit noirâtre. Au milieu de ces éléments, dans lesquels domine le feldspath, on remarque de très-beaux cristaux de plusieurs centimètres d'orthose très-lamelleux, tantôt bruns, tantôt rosâtres, tantôt d'un rouge vif, qui donnent naissance à des syénites porphyroïdes. Ces roches renferment aussi de l'albite verdâtre et un peu de mica noir. Quelquefois elles prennent encore la texture à grain fin et se trouvent, dans ce cas, labourées par des filons d'une fort belle roche que M. Cordier a désignée sous le nom d'épidotite. Elle est formée d'épidote verte grenue et de quartz en grains. Souvent elle présente des cristaux de feldspath d'un beau rose, qui la rendent porphyroïde. Ces cristaux, de plusieurs centimètres de longueur, épars au milieu des principes constituants, nous offrent une des plus belles roches de la Manche.

Après les syénites, on trouve des diorites à grain fin et à grain moyen parfaitement caractérisés et recouverts par des lambeaux de gneiss et de talcites chloritiques.

Si nous avançons un peu vers le nord, sur la grève légèrement inclinée, jusqu'à 600 mètres environ de la lisière des vagues, nous verrons d'énormes roches qui montent en s'élevant à de grandes hauteurs pour constituer les belles falaises de Jobourg. Quelques-unes déchirent le rivage de leur arête aiguë et forment ainsi des déchiquetures ou espèces de petites anses rongées chaque jour par la dent des flots. Ces roches sont représentées par des porphyres pétro-siliceux, pétro-dioritiques, pétro-protoginiques, par des protogines, des pegmatiques et des fraidronites.

On peut suivre ces différentes roches ignées jusqu'à Omonville sans interruption bien sensible, c'est-à-dire qu'à plusieurs intervalles d'une faible distance elles sont interrompues par des lambeaux de schiste silurien, par des roches clastiques et par des phyllades cumbriens. Toutes ces roches éjectives ont soulevé et pénétré dans des sens divers les roches sédimentieuses.

Au ruisseau du petit moulin d'Ecalgrain et sur la plage où chaque jour la mer promène ses flots, à 60 mètres à peu près au-dessous du niveau des terres, on voit la continuation des roches siluriennes que nous avons reconnues, il n'y a qu'un instant, sur le petit plateau de Jobourg. Des grès grisâtres alternent à plusieurs reprises en lits de un à deux décimètres avec les schistes noirâtres pailletés renfermant également des *Orthis* et des *Calymene* en très-petite quantité. Dans cette localité, les schistes semblent inférieurs aux grès, quoique sur la lande de Jobourg, dans la traversée de Herqueville, au vieux moulin à vent et près de l'église, on puisse s'assurer du contraire. Sur le rivage, les roches de fusion ont occasionné de grandes perturbations, des effondrements et des plissements qui n'existent, en comparaison, que faiblement sur les points culminants du plateau. Il est donc très-probable qu'à partir de ces limites, restées intactes, le terrain silurien de Jobourg s'étendait, en conservant son même niveau, assez loin dans la mer, avant l'époque d'effondrement résultant des roches de fusion et avant celle de dénudation occasionnée plus tard par les eaux de la mer. Nous ne pouvons dire actuellement quel était l'état d'alternance des grès et des schistes ni comment ils se comportaient

à leur partie supérieure qui a entièrement disparu et qui pouvait avoir près de 60 mètres d'altitude. Nous pensons donc que, comme au Roule, les schistes sont ici supérieurs aux grès. Au surplus, quand bien même cette alternance serait différente dans les localités où ces deux assises ont été étudiées, cela ne changerait en rien la situation géognostique du silurien moyen, car il pourrait bien être arrivé qu'à l'époque où le grès se déposait sur un lieu le schiste se déposât lui-même sur un autre, et *vice versa*, de manière que la fin de ces deux assises se serait terminée ici par le grès et ailleurs par le schiste.

Cent cinquante mètres plus loin, toujours en suivant le rivage vers le nord, apparaissent les roches clastiques, très-variées dans leur composition minéralogique. Ce sont des anagénites, des métascites, des arkoses à grain moyen, de poudingues et de polygéniques dont les éléments sont des talcites, des grauwackes, des phyllades, des calcédoines blanches, des agates, des quartz blancs, noirs, gris, rougeâtres, ferrugineux et verdâtres amorphes; les couleurs qu'affectent ces roches sont le blanc, le gris, le rougeâtre, le violacé, etc., unies ou bigarrées. Sur quelques points elles ont l'aspect résinoïde; sur d'autres elles prennent une texture semi-compacte provenant d'un puissant filon de quartz blanc qui les a pénétrées, soit en se fondant dans la roche, soit en s'y divisant en une infinité de veines et veinules; c'est au point de contact de ce filon que la roche clastique tend à prendre une texture plus serrée.

Au village de Laye, reparaissent les roches de fusion. Sur le point culminant des roches clastiques, d'une hauteur à peu près de 8 mètres, on rencontre une formation que nous rapportons au diluvium. Elle consiste en débris arrachés aux roches clastiques et forment plusieurs assises distinctes; tantôt ce sont des cailloux roulés de diverses grosseurs enlevés aux roches sous-jacentes, tantôt ce sont des parties sableuses provenant des mêmes roches qui ont éprouvé une trituration complète. Ces assises alternent ensemble à plusieurs reprises en présentant une puissance de quelques mètres. Leur stratification est horizontale, avec direction du nord au sud, et contraste avec celle des roches sur lesquelles elle repose, ces

dernières étant redressées sous un angle de plus de 20° du nord-est au sud-ouest (1).

Le pays que nous avons parcouru depuis Auderville pour nous rendre à Omonville ne nous a rien offert de remarquable ; nous avons reconnu partout les mêmes roches pyrogènes que nous avons eu occasion de voir.

La Société est rentrée à Cherbourg sur les onze heures du soir.

Troisième journée; à Cherbourg et à Valognes.

Le mardi a été consacré à la visite du Cabinet d'histoire naturelle de la ville. M. le Président a fait remarquer aux membres de la Société sa richesse paléontologique (ancienne collection de feu M. de Gerville).

Vers 4 h. 1/2 de relevée, on est parti par le chemin de fer pour la ville de Valognes. Arrivés à 5 h. 1/2, les membres sont allés visiter les carrières de l'infra-lias, dit calcaire de Valognes. Eu égard à l'heure avancée, il n'a pas été possible de se livrer à l'étude de ce terrain. La plupart des membres se sont contentés de faire une ample moisson d'*Astrées*, de *Montlivaltia*, d'*Astrocænia*, de *Diademopsis Bonissenti*, *D. Heberti*, d'*Ostrea anomala*, d'*Ostrea irregularis*, de *Plicatula Baylei*, de *Pecten* et de *Plagiostoma valoniensis*, d'*Ammonites Johnstoni*, etc.

Quatrième journée; à Baubigny.

Le mercredi, la Société s'est mise en route à quatre heures et demie pour se rendre à Baubigny, distant de 32 kilomètres du point de départ. Sur la ligne, à 16 kilomètres, la Société est descendue de voiture pour examiner les schistes siluriens à *Cardiola interrupta* et à boules concentriques de la commune du Vretot. Cet étage du silurien supérieur, assise inférieure, est représenté

(1) La Société s'est scindée en deux parties, dont l'une a toujours suivi le rivage, l'autre a accompagné M. le Président sur les hauteurs.

par une grande quantité d'argile ampélitique schisteuse, au milieu de laquelle sont disséminées des boules composées de la même matière que l'argile, mais très-endurcie. Elles sont recouvertes d'empreintes de *Cardiola interrupta*, d'*Orthoceras* variés, *O. gregaroides*, *O.* cannelés, de *Mytilus*, d'Encrinites, et de beaucoup d'autres fossiles dont la plupart sont dans un état tellement fruste qu'on peut à peine les déterminer.

On a fait un nouvel arrêt à 5 kilomètres avant d'arriver à Baubigny, pour donner quelques instants aux carrières des Moitiers d'Allonne, composées de grès silurien moyen, assise moyenne inclinant un peu vers le sud-ouest. Il est grisâtre, à grain très-fin, parsemé de points blancs de stéatite. Entre les joints de stratification on remarque des taches, soit verdâtres, soit rougeâtres, ou d'autres couleurs variées résultant d'infiltrations d'oxydes de fer et de manganèse. Ce grès qui appartient aux schistes ardoisiers d'Angers possède, comme lui, les mêmes fossiles. Ce sont des *Calymene Tristani* (beaucoup de Glabelles et de Pygidiums), l'*Illænus Salteri*, des *Nuculus*, *Redonia*, *Orthis redux*, *Ascoerinus Barrandi*, *Orthoceras* (*sp. nova*). — *id.*, dernières loges, et plusieurs autres indéterminables.

Après avoir déjeuné dans le village, on s'est remis en route, à pied, pour aller aux carrières, distantes de 2 kilomètres.

A 200 mètres environ de la commune, on arrive sur le point culminant, composé de grès silurien à faune de *Calymene Tristani*. Ce grès est redressé sous un angle de 40 degrés et se trouve en contre-fort avec le terrain dévonien, aussi très-élevé en cet endroit, affectant les deux terrains la direction du nord-est au sud-ouest.

A Baubigny, nous avons reconnu l'étage inférieur du dévonien, le seul représentant de ce terrain dans la Manche (*T. rhénan*, syst. ahrien, etc.).

Les assises supérieure et moyenne de l'étage inférieur sont les seules que la Société ait examinées. Elles sont représentées par des schistes à gros Spirifers et par de petits lits de grès qui reposent sur le calcaire avec lequel ils se confondent très-souvent, de manière à donner naissance à des schistes plus ou moins imprégnés de matière calcaire.

Le calcaire est bleuâtre, grisâtre, noirâtre, rarement blan-

châtre, excepté accidentellement; il est mêlé de lamelles spathiques et est à grain plus ou moins fin, plus ou moins cristallisé, uni à environ un vingtième de parties étrangères, sédimentaires, argileuses, terreuses, quartzes ou feldspathiques. Le lit supérieur se compose d'une multitude infinie de poly-piers qui rappellent ces petits êtres qui, de nos jours, mettent, par leurs sécrétions, entrave à la navigation des mers du Sud.

Les deux assises de schistes et de calcaire, mais particulièrement le carbonate de chaux, nous offrent beaucoup de fossiles; ce sont des *Dalmania calliteles*, *Homalonotus Gervillei*, *H. Forbesi*, *H. Haussmanni*, *H. Brongniarti*, *H. Buchii*, *Proteus Cuvieri*, *Bronteus flabelliformis*, *Leperditia britannica*, *Orthoceratites calamiteus*, *O. Buchii*, *Cyrtoceras*, *Murchisonia*, *Capulus scalaris*, *C. Lorieri*, *C. cassideus*, *Exomphalus*, *Pterinea spinosa*, *Avicula*, plusieurs espèces, *Modiola*, *Leda*, *Grammisia*, *Terabatlula*, au moins 16 espèces (1), *Pentamerus galateus*, *Spirifer*, plus de 15 espèces (2), *Orthis*, un grand nombre (3), des *Chonetes*, *Rhynchonella*, *Strophomena*, *Productus*, *Atrypa*, *Leptaena* (4) *Murchisoni* et autres espèces, *Calceola*, etc., et beaucoup de polypiers très-variés.

La plupart des membres de la Société ont pu faire une ample moisson de fossiles dans ce vaste magasin de la nature.

Nous sommes retournés à Briquebec (3 kilomètres de Valognes), où nous attendait un dîner commandé le matin à l'hôtel du Vieux-Château. La gaieté la plus franche et la plus cordiale a constamment régné. Après deux toasts portés, le premier par notre Président à la prospérité de la Société

(1) *Terebratula concentrica*, *T. Ezquerria*, *T. hispanica*, *T. undata*, *T. Archiaci*, *T. reticularis*, *T. Eucharis*, *T. Wilsoni*, *T. prominuta*, *T. sub Wilsoni*, *T. Guerangeri*, *T. Pareti*, *T. ypsilon*, *T. porrecta*, *T. Blacki*, *T. strigiceps*.

(2) *Spirifer Rousseau*, *S. subspeciosa*, *S. heteroclytus*, *S. Davousti*, *S. Pellico*, *S. Belouini*, *S. Dutemplei*, *S. macropterus*.

(3) *Orthis Beaumonti*, *O. striatula*, *O. orbicularis*, *O. Gervillei*, *O. hipparionix*, *O. cifelensis*, *O. Monieri*.

(4) *Leptaena Murchisoni*, *L. subplana*, *L. laticosta*, *L. Sedgwicki*, *L. Phillipsi*, *L. depressa*, *L. Bouei*.

géologique de France, et le second par notre Secrétaire à l'union des savants de tous les pays dans l'intérêt de la science, on s'est remis en marche pour Valognes; nous y étions de retour vers minuit.

Cinquième journée; excursion à Orglandes et à Hauteville.

Le jeudi, les membres de la Société étaient sur pied à quatre heures et demie du matin, attendant les voitures qui devaient les transporter à Hauteville et à Orglandes.

A sept heures on était à Hauteville. Quand on arriva sur la propriété de M. de Parfours, l'honorable châtelain, ayant su que les personnes qui venaient pour lui demander la permission de faire des fouilles étaient membres de la Société géologique de France et se trouvaient en session extraordinaire dans la Manche, vint au-devant d'elles et leur fit le meilleur accueil. Il permit de fouiller dans tous les sens sa propriété, et nous offrit même des hommes pour nous aider.

On fit piocher dans la pièce de terre voisine du château de Parfours. C'est un falun bleu légèrement maculé de couleur de rouille, dans lequel se trouvent beaucoup de fossiles dont la plupart sont mal conservés. On y remarque des dents de squal, des débris de crustacés, des Serpules, des Béroptères, des Bulimes, des Auricules, des Nérites, des Phasianelles, *Delphinula*, *Trochus altavillensis*, *Bifrontia bifrons*, *Cypræa*, *Marginella*, *Conus*, *Voluta*, *Mitra*, *Triton*, *Murex*, *Cancellaria*, *Cerithium altavillensis*, *C. melanoides*, *C. unisulcatum*, *Capulus*, *Hipponix*, *Fissurella*, *Dentalium*, *Corbis*, *Lucina altavillensis*, *Crassatella*, *Pectunculus*, *Modiola Gervillei*, *Chama lamellosa*, *Perna Francii*, *Scutellina nummularia*, *Sismondia altavillensis*, et beaucoup d'autres espèces.

Vers deux heures on est allé à Orglandes. On a d'abord fait une visite aux carrières de l'infra-lias; l'occasion était très-favorable pour se procurer beaucoup de fossiles, parce qu'il y avait une immense quantité de pierres extraites des carrières. Nous avons retrouvé les mêmes fossiles qu'à Valognes; les plus abondants et les mieux conservés sont l'*Ammonites Johnstoni*, les *Pecten* et *Plagiostoma valoniensis*.

Cinq cents mètres au midi de l'infra-lias, nous avons vu les carrières du terrain tertiaire et de la craie sur la ferme de la Hougue. Le calcaire de l'éocène moyen et de l'étage crétacé supérieur sont complètement accolés ensemble et paraissent même s'enchevêtrer l'un dans l'autre, sans présenter, ni l'un ni l'autre, de stratification vraie; le tout semble faire une masse compacte. Les fossiles sont d'un grand secours pour distinguer chaque espèce de terrain, quoique cependant la pâte de la craie soit d'une nuance différente et d'une texture généralement plus compacte. Un autre moyen qui sert encore à différencier ces deux terrains, c'est que le terrain tertiaire contient une grande quantité de foraminifères, tandis que l'autre n'en a jamais présenté. Ce calcaire crétacé ou craie à Baculites est composé d'une roche blanchâtre ou jaunâtre compacte, présentant souvent dans sa pâte des lamelles spathiques. Voici les fossiles que l'on y rencontre : dents de squalé, *Dromilites rugosus*, *Belemnites mucronatus*, Nautilus, Baculites (2 esp.), *Ammonites rhotomagensis*, *A. gollevillensis*, *A. Lafresnayanus*, *A. varians*, *Scaphites constrictus*, *S.*, autre espèce, *Hamites*, (2 esp.), *Turrilites*, *Turbo*, *Trochus*, *Cypræa*, *Conus*, *Voluta*, *Mitra*, *Emarginula* (2 esp.), *Pholadomya*, *Cardium*, *Lucina*, *Crassatella*, *Trigonia alæformis*, *Arca triangularis*, *Pectunculus*, *Pinna*, *Lithodoma*, *Chama*, *Avicula*, *Gervillia solenoides*, *Inoceramus Gervillei*, *Lima*, *Pecten multicostatus*, *Janira quadricostata*, *Spondylus spinosus*, *Plicatula*, *Ostrea* (plusieurs espèces), *Pulvinites*, *Terebratula* (plusieurs espèces), Thécidées variées, *Rhynchonella vespertilio*, *Crania*, *Hippurites*, *Ananchytes ovata*, *Pygurus*, *Micraster cor-testudinarium*, *Hemiasiter nasutulus*?, *H. bufo*?, *H. Neustriæ* (très-rare), *Offaster pilula*, *Catopygus* (var. *conformis*), *C. levis*, *Nucleolites minimus*, *Caratomus* (sp. *iaflata*), *C. avellana*, *Oolopygus Orbigny* (très-rare), *Cott.*, *Pygorhynchus Desnoyersi*, *Cyphosoma* voisin du *granulosum*, *Cyphosoma Bonissenti*, *Cott.*, très-rare, *Pericosmus pomum*, très-rare, *Salenia Bourgeoisii* (var.), *Cott.*, *S. Bonissenti* (très-rare), *Cott.*, *Caryophyllia truncata*, *Pentacrinites*, *Nullipora*, Spongiaires, *Verticillites cretacea*, *V. Ellisii*, etc., etc.

Le calcaire grossier du terrain tertiaire de la Manche est

blanchâtre, solide, concrétionné; quelquefois il est jaunâtre ou gris-blanc, parsemé de coquilles microscopiques appelées foraminifères; d'autres fois il est très-compacte, mamelonné à zones concentriques de nuances jaunâtre, brunâtre ou grisâtre. Nous donnons ici la nomenclature d'une partie des fossiles que nous avons reconnus dans le caclaire à Miliolites de la Houge (ferme d'Orglandes): ossements et dents de sauriens, dents de squal, *Bulimus crassus*, *Auricula ovata*, *Cyclostoma abbreviatum*, *Melania hordacea*, *M. lactea*, *Scalaria crispa*?, *S. sulcata*?, *Natica epiglottina*, *N. sigaretina*, *N. spirata*, *N. depressa*, *Nerita tricarinata*, *N. polita*, *Delphinula calcar*, *D. Warnii*, *Solarium patulum*, *S. margaritatum*, *Pleurotomaria*?, *Cypræa elegans*, *C. obsoleta*, *Terebellum convolutum*, *Ancillaria buccinoides*, *Conus antediluvianus*, *C. deperditus*, *Voluta cithara*, *Murex tripterus*, *Pyrula subcarinata*, *Pleurotoma clavicularis*, *Cassis harpæformis*, *Cassidaria carinata*, *Cerithium denticulatum*, *Capulus retortellus*, *Bulla lignaria*, *Pholas*, *Solen vaginula*, *Corbis pectunculus*, *Lucina saxorum*?, *Crassatella tumida*, *Arca obliquaria*, *Vulsella deperdita*, *Lima spatula*, *Anomia pustula*, *Lunulites urceolata*, *Nucleolites Lamarchii*, *Pentacrinites*, *Turbinolia*, *Madrepora*, *Lenticulites radiolata*, *Ovulites margaritula*, *Orbitolites plana*, *Rotalia trochiformis*, *Valvulina pupa*, *Biloculina ringens*, *Triloculina trigonula*, etc.

On s'est ensuite rendu sur la commune de Gourbesville pour jeter un coup d'œil rapide sur les sables marneux analogues à ceux de Hauteville, moins riches en fossiles; nous citerons les suivants : dents de squal, *Bulimus*, *Melania striata*, *Volvaria bulloides*, *Natica ponderosa*, *N. mutabilis*, *N. labelata*, *Nerita*, *Turbo*, Gastéropodes (opercules de), *Turbo sulcatus*, *Delphinula striata*, *Cypræa subrostrata*, *Marginella*, *Ancillaria*, *Conus diversiformis*, *Voluta costata*, *Mitra obliquata*, *M. levis*, *M. raricosta*, *Fusus polygonus*, *Murex reticulosus*, *Pleurotoma filosa*, *Cassis harpæformis*, *Cerithium nodosum*, *Hipponix cornu-copice*, *Dentalium entalis*, *Hyalæ*, *Tellina*, *Corbis*, *Pecten squamula*, oursin (baguette d'), *Orbitolites*, etc.

En passant par Émondeville, on s'est arrêté une demi-heure

sur le lias inférieur où se rencontrent ses fossiles connus ; la partie supérieure commence à montrer des Gryphées arquées qui ont une tendance à passer à la *G. cymbium*.

Retour à Valognes vers onze heures du soir.

Sixième journée ; excursion à Fresville et à Blosville.

Nous avons retrouvé à Fresville le calcaire crétacé avec ses fossiles, tel que nous l'avons décrit à la page 12 (1).

A 200 mètres de ce calcaire, en allant vers le nord, et dans la même pièce de terre nommée la Vauville, on voit les marnes du terrain tertiaire semblables à celles de Hauteville et qui s'appuient contre le terrain crétacé.

De là, nous sommes allés à Blosville, près de la Croix-Pan, où nous avons remarqué le lias inférieur, partie supérieure, avec ses Ammonites et ses autres fossiles.

On a ensuite visité une pièce de terre nommée la Péroterre, située à 200 mètres sud-est de l'église. Nous y avons vu le lias moyen qui repose sur le lias inférieur. L'assise inférieure consiste en argile et calcaire bleus marneux d'une puissance de 10 à 11 mètres. Ces calcaires sont à cassure conchoïde, séparés par des argiles de même nuance, schisteuses ou massives alumineuses qui se recouvrent d'efflorescences blanches, après avoir été exposées au soleil pendant quelque temps. On y remarque quelques rares *Gryphæa cymbium* de petite espèce, des *Belemnites niger*, *Belemnites clavatum*, des *Harpax Parkinsoni*, et des *Terebratula numismalis*. L'assise qui suit immédiatement celle-ci contient l'*Ammonites fimbriatus*, grande espèce, l'*A. margaritatus*, l'*A. planicosta*, l'*A. Valdani* et quelques *Mactromya liasiana* mêlés à des dents de sauriens. Ces fossiles, gisant dans des calcaires et argiles pyriteux, se ressentent plus ou moins du milieu qui leur sert de gangue ; aussi sont-ils la plupart pyrités ; l'*A. margaritatus* particuliè-

(1) Le Président profite de l'occasion pour faire remarquer que c'est par erreur que l'*Ostrea biauriculata* a été citée, dans son fascicule sur le terrain crétacé, comme se trouvant dans le Cotentin. Ce fossile ne s'y rencontre pas.

rement est tout à fait bronzée. La dernière assise qui couronne le lias moyen existe à 7 ou 8 mètres de la Péroterre; elle est formée de lits de calcaires grisâtres, prenant une petite teinte gris bleuâtre au contact des couches à *A. Valdani* et à *A. fimbriatus*. Le calcaire alterne à plusieurs reprises avec de petits lits d'une argile grisâtre. Les fossiles sont des *Gryphæa cymbium*, grande espèce, recouvertes de petites *Ostrea*, des *Pecten æquivalvis*, des *Belemnites niger*, *B. brevis*, de petits *Pecten*, des *Lima acuticostata*, *L. punctata*, des *Exomphalus*, etc. Cette assise disparaît sous les argiles du diluvium, pour reparaitre dans la même commune, au lieu dit le Paradis, dans un abreuvoir creusé dans une pièce de terre située sur le bord de la route impériale de Carentan à Valognes, côté gauche. L'abreuvoir peut avoir de 4 à 5 mètres de profondeur; mais cette assise ne se trouve point immédiatement sous les argiles; il y a entre elle et les argiles un lit de 5 décimètres d'un calcaire qui appartient à l'oolithe inférieure (groupe inférieur). Tel qu'il existe au Paradis, ce groupe se compose d'un calcaire blanchâtre maculé sur quelques points de jaunâtre, et rempli d'empreintes en relief d'un *Fucus* caractéristique en touffes et à rainures arquées; c'est le *Chondrites scoparius*, Thiollière. On voit, avec ce *Fucus*, l'*Ammonites Murchisonæ*, le *Pecten barbatus*, plus trois autres fossiles bivalves. Cette découverte confirme celle déjà faite, en 1865, par M. Bonissent, de l'oolithe inférieure (oolithe ferrugineuse), groupe supérieur, dans l'abreuvoir de l'herbage nommé le Gourmand, sur la commune de Sainte-Marie-du-Mont, à 2 kilomètres du Paradis. Dans tout l'espace compris entre ces deux localités, on ne trouve que des argiles. Les fossiles que nous y avons recueillis consistent en *Ammonites Parkinsoni*, une Bucarde (*Cardium striatulum*), des fragments de Nautilé, la *Lima Hector* et le *Pleurostoma armata*.

M. le Président, vu son état de surexcitation nerveuse, résultant de la fatigue des courses précédentes, se voit dans l'impossibilité de les continuer. En se séparant, à son grand regret, de la Société, il remercie ses confrères de l'affection qu'ils lui ont témoignée durant les six jours qu'il a eu l'honneur de les accompagner.

Septième journée; excursion au Bosq d'Aubigny.

Le lendemain, septième journée, la Société fit une courte excursion au Bosq d'Aubigny, où elle put constater la présence de marnes coquillières (pliocène), et cette course termina la session.

En résumé, la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Cherbourg, en 1865, peut être considérée comme une promenade géologique qui a profité aux membres présents en leur offrant une ample récolte de fossiles paléozoïques et secondaires.



TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

L'abbé POUCH. — Notes sur les dépôts tertiaires lacustres de l'Ariège	43 et 46
Alb. GAUDRY. — Note sur les Hipparions.	24
DES CLOISEAUX. — Note sur le carbonate de magnésie et de fer dans la météorite d'Orgueil.	24
DES CLOISEAUX. — Origine de la karsténite de Modane, en Savoie. .	25
CALLAND. — Lettre sur la découverte d'un dépôt d'ossements fossiles, situé près de Cœuvres, canton de Vic-sur-Aisne.	30
HARLÉ. — Note sur la formation jurassique et la position des dépôts manganésifères dans la Dordogne.	33
CH. LORY. — Essai d'une nouvelle explication de l'anomalie stratigraphique de Petit-Cœur en Tarentaise.	48
Alph. FAVRE. — Précis d'une histoire du terrain houiller des Alpes.	59
MALAISE. — Description d'un petit lambeau crétacé situé à Lonzée.	67
MALAISE. — Découverte de nouveaux fossiles dans le terrain silurien du Brabant.	67
Éd. DUPONT. — Notice sur le calcaire carbonifère des environs de Dinant-sur-Meuse.	67
DE ROCHEBRUNE. — Découverte d'un atelier de silex taillés, près d'Angoulême.	67
L'abbé RUSCONI. — Lettre sur les tufs volcaniques de la campagne romaine.	68
DE MERCEY (N.). — Note sur les éléments du terrain quaternaire aux environs de Paris et spécialement dans le bassin de la Somme.	69
L. VILLE. — Étude des puits artésiens dans le bassin du Hodna et dans le Sahara des provinces d'Alger et de Constantine. . .	106
Th. ÉBRAY. — Note sur l'âge du granite syénitique du Beaujolais. .	122
VIRLET D'Aoust. — Phénomènes géologiques observés dans la rue de Rome. — Formation des couches de grès par transport moléculaire de la matière du ciment.	130
G. DE MORTILLET. — L'époque quaternaire dans la vallée du Pô. .	138
DAUSSE. — Observations sur la communication précédente. . . .	151
VIRLET D'Aoust. — Flexibilité générale des couches du globe. . .	155
LA SOCIÉTÉ. — Composition du Bureau et du Conseil pour 1865. . .	160
D'ARCHIAC. — Note sur la découverte faite par M. Pouech du quatrième étage du lias dans l'Ariège.	162
A. BOUÉ. — Lettre sur les modifications apportées dans une partie des classements géologiques de la Turquie.	164
<i>Soc. géol., 2^e série, tome XXII.</i>	38

E. DUMORTIER. — Lettre sur la véritable place de la <i>Rhynchonella meridionalis</i> dans le calcaire à Entroques.	174
Eug. WOLMEBINGER. — Note sur la nature et l'épaisseur du terrain d'alluvion de la vallée de l'Adour (Basses-Pyrénées).	176
G. DE MORTILLET. — Note additionnelle sur la vallée du Pô.	177
MELLEVILLE. — Observations sur les brèches ossifères de Cœuvres et de Jouy.	180
VIRLET-D'Aoust. — Nombreuses traces de marmites de géants dans le terrain éocène. — Phénomènes des tinajas et des tinajillas au Mexique.	186
J. DELANOE. — Les Marquois ou puits naturels.	187
Th. ÉBRAY. — Note sur l' <i>Hemiaster Verneuili</i> , en réponse aux observations de M. Hébert.	190
Ed. HÉBERT. — Étude critique sur un groupe d'Hémiasters, comprenant l' <i>Hemiaster Verneuili</i> , Desor, <i>H. Leymerii</i> , id., <i>H. similis</i> , d'Orb., <i>H. Fourneli</i> , Desh., <i>H. Orbignyanus</i> , Desor.	193
Ed. HÉBERT. — Sur le groupe de Bélemnites auquel de Blainville et Alc. d'Orbigny ont donné le nom de <i>B. brevis</i>	201
Éd. DUPONT. — Sur la découverte d'ossements humains avec des débris d'ossements d'animaux et de vestiges de l'industrie humaine, dans les cavernes de la province de Namur.	209
L. PARETO. — Note sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional.	211
LÉON VAILLANT. — Observations sur la constitution géologique de quelques terrains aux environs de Suez.	277
E. DUMORTIER. — Fossiles découverts à Lyon, dans le terrain miocène.	287
J. MARCOU. — Le Niagara quinze ans après.	290
Ém. BENOIT. — Note sur les ablations et dépôts superficiels antérieurs à l'époque quaternaire, dans le Jura méridional.	300
G. DE MORTILLET. — Sur l'âge des débris d' <i>Elephas primigenius</i> , trouvés près de Tenay (Ain).	305
A. BOUÉ. — Sur l'approvisionnement d'eau pour Vienne (Autriche).	309
E. RENEVIER. — Sur la géologie du massif de l'Oldenhorn et du col du Pillon.	314
VIRLET-D'Aoust. — Sur une faune pyrénéenne nouvelle des lignites miocènes d'Orignac; sur les ophites du pont de Pouzac et des environs de Bagnères de Bigorre; sur les phénomènes de diffusion moléculaire auxquels paraissent dus les quartz spongieux des mêmes localités.	318
Éd. LARTET. — Sur une phalange onguéale fossile d' <i>Ovibos musqué</i> , découverte dans la commune de Tayau (Dordogne).	335
Ch. MARTINS. — Le Spitzberg. — Tableau d'un archipel à l'époque glaciaire.	336
LA SOCIÉTÉ. — Budget pour 1865.	351
E. DESOR. — Sur la disposition des massifs cristallins des Alpes ou zones d'affleurement.	354
A. LEYMERIE. — Note sur l'étage garumnien.	360
J. MARTIN. — Nouvel étage jurassique à la base de cette formation.	369
F. GARRIGOU. — Étude comparative des alluvions quaternaires an-	

ciennes et des cavernes à ossements des Pyrénées, au point de vue géologique, paléontologique et anthropologique. . .	397
G. DE MORTILLET. — L'industrie des pierres à fusil et des silex taillés du Grand-Pressigny.	402
L'abbé LAMBERT. — Sur la découverte d'ossements fossiles à Trosly-Loire (Aisne).	404
LA COMMISSION. — Rapport sur la gestion du Trésorier en 1864. . .	407
A. DAMOUR. — Note sur un hydrate d'alumine ferrugineuse trouvé dans l'île d'Égine (Grèce).	413
L. SAEMANN. — Observations sur l'hydrate d'alumine ferrugineuse des Baux (Bouches-du-Rhône).	416
VIRLET-D'Aoust. — Notes minéralogiques et géologiques sur le minerai de fer alumineux pisolithique de Mouriers, dit aussi des Baux, canton de Saint-Rémy (Bouches-du-Rhône).	418
LOUIS LARTET. — Note sur la formation du bassin de la mer Morte ou lac Asphaltite, et sur les changements survenus dans le niveau de ce lac.	420
P. MARÈS. — Sur l'étendue de mer qui couvrait le Sahara à l'époque quaternaire.	463
VIRLET-D'Aoust. — Sur les salures différentes et les différents degrés de salure de certains lacs du Mexique.	464
F. GARRIGOU. — Aperçu géologique sur le bassin de l'Ariège. . . .	476
DE CHASTEIGNER. — Lettre sur les silex taillés du bassin de la Creuse. . .	513
Valérien DE MÖLLER. — Recherches géologiques dans la Russie d'Europe.	517
DE VERNEUIL. — Renseignements sur le terrain diluvien des environs de Rome.	520
BLEICHER. — Notice sur une petite dent d' <i>Elephas antiquus</i> trouvée dans le terrain diluvien précité.	522
BLEICHER. — Sur les dépôts diluviens de la campagne romaine. . .	524
J. MARCOU. — Addition à sa note : Le Niagara quinze ans après. . .	529
IRGENS et Th. HJØRDLAHL. — Note sur quelques roches éruptives de la côte ouest de la Norvège.	530
LOUIS LARTET. — Note sur la découverte de silex taillés, en Syrie, accompagnée de quelques remarques sur l'âge des terrains qui constituent la chaîne du Liban.	537
Edm. PELLAT. — Sur la zone à <i>Avicula contorta</i> et le bone-bed (étage Rhétien), au S.-E. d'Autun, dans les environs de Couches-les-Mines (Saône-et-Loire).	543
Th. ÉBRAY. — Sur une conséquence de la verticalité de certains filons.	566
GRUNER. — Observations sur la communication précédente. . . .	567
Réunion extraordinaire de la Société à Cherbourg (Manche). . . .	569

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE VINGT-DEUXIÈME VOLUME.

(DEUXIÈME SÉRIE.)

Année 1864 à 1865.

A

- Ablations et dépôts superficiels.* Sur les — antérieurs à l'époque quaternaire dans le Jura méridional, par M. Ém. Benoît, 300.
- Adour.* Sur le terrain d'alluvion de la vallée de l' — entre Hastings et Lahonce (Basses-Pyrénées), par M. Eugène Wolmeringer, 176.
- Alger.* Études des puits artésiens dans le bassin du Hodna de la province d' —, par M. L. Ville, 106.
- Alpes.* Précis d'une histoire du terrain houiller des —, par M. Alph. Favre, 59. = Sur la disposition des massifs cristallins des — ou zones d'affleurement, par M. E. Desor, 354.
- Alumine.* Sur un hydrate d' — ferrugineuse trouvée dans l'île d'Égine (Grèce), par M. A. Damour, 413. = Sur le même hydrate des Baux (Bouches-du-Rhône), par M. L. Saemann, 416. = Notes minéralogiques et géologiques sur le même minéral de fer, par M. Virlet d'Aoust, 418.
- Angoulême* (Charente). Atelier de silex travaillés découvert près d' —, par M. de Rochebrune, 68.
- Anomalie stratigraphique.* Essai d'une nouvelle explication de l' — de Petit-Cœur en Tarentaise, par M. Ch. Lory, 48.
- Apennin.* Sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans le terrain tertiaire de l' — septentrional, par M. L. Pareto 210,.
- ARCHIAC* (d'). Note sur la découverte faite par M. Pouech du 4^e étage du lias dans le département de l'Ariège, 162.
- Ariège.* Lettres de l'abbé Pouech, sur les dépôts lacustres de l' — 13 et 16. = Note de M. d'Archiac sur la découverte faite par M. Pouech du 4^e étage du lias dans le département de l' — 162. = Aperçu géologique sur le bassin de l' — (Pl. v), par M. F. Garrigou, 476.

B

- Baux* (les) (Bouches-du-Rhône). Sur l'hydrate d'alumine ferrugineuse des — par M. L. Saemann, 416. — Notes minéralogiques et géologiques sur le même minéral de fer, par M. Virlet d'Aoust, 418.
- Beaujolais.* Sur l'âge du granite syénitique du —, par M. Th. Ébray, 122.
- Bélemnites.* Sur le groupe de — auquel MM. de Blainville et Alc. d'Orbigny ont donné le nom de *B. brevis* par,

- M. Ed. Hébert. Observations de M. Levallois, 201.
- BENOIT (Ém.). Sur les ablations et dépôts superficiels antérieurs à l'époque quaternaire dans le Jura méridional, 300.
- Bibliographie*, 5, 27, 65, 105, 157, 161, 189, 206, 207, 286, 313, 332, 353, 405, 472, 474, 527.
- Billy (Indre-et-Loire). Silex travaillés recueillis dans le diluvium de —, présentés par M. G. de Mortillet, 23.
- BLEICHER. Sur une petite dent d'*Elephas antiquus*, trouvée dans le diluvium des environs de Rome, et renseignements sur ce diluvium, 522 et 524.
- BONISSENT. Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société à Cherbourg (Voir à Cherbourg).
- Boué (A.). Sur différentes modifications apportées par lui dans ses classements géologiques de la Turquie en 1840, 164. = Approvisionnement d'eau pour Vienne (Autriche), 309.
- Brabant. Sur de nouveaux fossiles siluriens recueillis dans le massif primaire du —, par M. Malaise, 67.
- Budget. Projet de — pour 1865, présenté par le Trésorier, 350.
- Bureau. Composition du — pour l'année 1865.

C

- Calland. Sur un dépôt d'ossements fossiles sis à Cœuvres, canton de Vic-sur-Aisne. Observations de MM. Ed. Hébert et L. Lartet, 30.
- Cataractes du Niagara. Étude nouvelle des — par M. Jules Marcou (Pl. II, fig. a, b), 290 et 529.
- Cavernes. Sur les — de la province de Namur, contenant des ossements humains et d'animaux et des produits de l'industrie primitive, par M. Éd. Dupont. Observations de M. Ed. Hébert, 209. = Étude comparative des alluvions quaternaires anciennes et des cavernes à ossements des Pyrénées, au point de vue géologique, paléontologique et anthropologique, par M. F. Garrigou, 396.
- CHASTEIGNER (de). Sur les silex taillés du bassin de la Creuse. Observations de M. G. de Mortillet, 513.
- Cherbourg (Manche). Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société à —, par M. Bonissent; les terrains visités sont : le grès silurien et le talcite chloriteux de la montagne du Roule; les roches cristallines des environs de Jobourg; l'infra-lias de Valogne; les terrains dévonien et silurien des environs de Baubigny; les terrains tertiaire, crétacé et l'infra-lias des environs d'Orglandes et de Hauteville; les terrains tertiaire, crétacé et liasique des environs de Fresville et de Blosville; enfin le terrain tertiaire du Bosq d'Aubigny, 569.
- CLOIZEAUX (des). Carbonate de magnésie et de fer dans la météorite d'Orgueil, 24. = Origine de la karsténite de Modane en Savoie, 25.
- Cœuvres (Canton de Vic-sur-Aisne). Sur un dépôt d'ossements fossiles sis à — par M. Calland. Observations de MM. Ed. Hébert et Éd. Lartet, 30. = Sur le gisement ossifère de —, par M. Melleville, 180.
- Conseil. Composition du — pour l'année 1865.
- Constantine. Étude des puits artériens dans le Sahara de la province de — par M. L. Ville, 106.
- Couches-les-Mines (Saône-et-Loire). La zone à *Avicula contorta* et le *bone-bed*. (étage rhétien), au S. E. d'Autun, dans les environs de —. Leurs relations avec les couches qui les précèdent et celles qui les suivent, par M. Edm. Pellat, 546.
- Creuse. Sur les silex taillés du bassin de la —, par M. de Chasteigner, Observations de M. G. de Mortillet, 513.

D

- DAMOUR (A.). Sur un hydrate d'alumine ferrugineuse trouvée dans l'île d'Égine (Grèce), 413.
- Delanoë (J.). Sur les *Marquois* ou puits naturels, 187.
- Desor (E.). Sur la disposition des mas-

sifs cristallins des Alpes ou zones d'affleurement (Pl. III), 354.

Dinant-sur-Meuse (Belgique). Notice sur le calcaire carbonifère de —, par M. Éd. Dupont, 67.

Dordogne (la). Sur la formation jurassique et la position des dépôts manganésifères de —, par M. Harlé, 33.

DUMORTIER (E.). Sur la véritable place de la *Rhynchonella meridionalis* qui se rencontre à la partie supérieure

du calcaire à Entroques. Observations de M. Ed. Hébert, 174. = Sur un terrain tertiaire découvert dans l'intérieur de Lyon. avec indication des fossiles y recueillis, 287.

DUPONT (Éd.). Notice sur le calcaire carbonifère des environs de Dinant-sur-Meuse, 67. = Ossements humains et débris d'animaux et de produits de l'industrie humaine recueillis dans les cavernes de la province de Namur. Observations de M. Ed. Hébert, 209.

E

Eau. Sur l'approvisionnement d' —, pour Vienne (Autriche), par M. A. Boué, 309.

ÉBRAY (Th.). Sur l'âge du granite syénitique du Beaujolais, 122. = Note sur l'*Hemiasper Verneuli* en réponse aux observations de M. Hébert, 190. = Sur une conséquence de la verticalité de certains filons. Observations de M. Gruner, 566.

Égine (Ile d'), en Grèce. Sur un hydrate d'alumine ferrugineuse trouvé

dans l' —, par M. A. Damour, 413.

Elephas antiquus. Sur une petite dent d' — trouvée dans le diluvium des environs de Rome, par M. Bleicher, 522.

Elephas primigenius. Sur l'âge des débris de l' — trouvés près de Ténay (Ain), par M. G. de Mortillet, 305.

Étage garumnien. Note sur l' —, par M. A. Leymerie, 360.

F

Faune. Sur une — pyrénéenne nouvelle des lignites miocènes d'Orignac (Hautes-Pyrénées), par M. Virlet d'Aoust, 318.

FAVRE (Alph.). Précis d'une histoire du terrain houiller des Alpes, 59.

Filons. Sur une conséquence de la ver-

ticalité de certains —, par M. Th. Ébray. Observations de M. Gruner, 566.

Flexibilité. Sur la — générale des couches du globe, par M. Virlet d'Aoust, 155.

G

GARRIGOU (F.). Étude comparative des alluvions quaternaires anciennes et des cavernes à ossements des Pyrénées, au point de vue géologique, paléontologique et anthropologique, 396. = Aperçu géologique sur le bassin de l'Ariège (pl. V), 476.

GAUDRY (Albert). Sur les Hipparions, 21. *Géologie*. Sur différentes modifications apportées par M. A. Boué dans ses classements de la — de la Turquie en 1840, 164. = — des massifs de l'Oldenhorn et du col du Pillon, en

Suisse, composés de terrains nummulitique, crétacé et triasique, par M. E. Renevier. Observations de M. Ém. Benoît, 314. = Aperçu géologique sur le bassin de l'Ariège, par M. F. Garrigou (pl. V), 476. = Sur les recherches géologiques exécutées dans diverses parties de la Russie d'Europe, par M. Valérien de Möller. Observations de M. de Verneuil, 517.

Grand-Pressigny (Indre-et-Loire). L'industrie des pierres à fusil et les silex taillés de —, par M. G. de Mortillet, 402.

Granite syénitique. Sur l'âge du — du Beaujolais, par M. Th. Ébray, 422.
Grès. Formation des couches de — par

transports moléculaires de la matière du ciment, par M. Virlet d'Aoust, 430.

H

HARLÉ. Sur la formation jurassique et la position des dépôts manganésifères dans la Dordogne, 33.

HÉBERT (Ed.). Étude critique sur un groupe d'Hémiasters, comprenant : *Hemiasiter Verneuli*, Desor., *H. Leymerii*, id., *H. similis*, d'Orb., *H. Fourneli*, Desh., *H. Orbignyianus*, Desor. Observations de M. d'Archiac, 193. = Sur le groupe de Bélemnites auquel de Blainville et d'Orbigny ont donné le nom de *B. brevis*. Ob-

servations de M. Levallois, 201.
Hemiasiter Verneuli. Note de M. Th. Ébray sur l' —, en réponse à M. Hébert, 190.

Hemiasiter. Étude critique par M. Ed. Hébert sur un groupe d' —, voyez Ed. Hébert.

HIORLDAHL (Th.) et IRGENS. Sur quelques roches éruptives de la côte ouest de la Norvège, 530.

Hipparions. Sur les —, par M. Albert Gaudry, 21.

I

IRGENS et HIORLDAHL (Th.). Sur quelques roches éruptives de la côte ouest de la Norvège, 530.

J

Jouy (Aisne). Sur le gisement ossifère de —, par M. Melleville, 480.

Jura. Sur les ablations et dépôts su-

perficiels antérieurs à l'époque quaternaire dans le — méridional, par M. Ém. Benoît, 300.

K

Karsténite. Origine de la — de Modane, en Savoie, par M. des Cloizeaux, 25.

L

LAMBERT (l'abbé). Sur la découverte d'ossements fossiles nombreux à Trosly-Loire (Aisne), 404.

LARTET (Éd.). Sur une phalange onguéale fossile d'*Ovibos musqué*, découverte dans la commune de Tayau (Dordogne), au milieu d'autres ossements fossiles et de produits de l'industrie primitive, 335.

LARTET (Louis). Note sur la formation du bassin de la mer Morte ou lac Asphaltite, et sur les changements survenus dans le niveau de ce lac (pl. IV), 420. = Sur la découverte de silex taillés, en Syrie, et remarques sur l'âge des terrains qui constituent la chaîne du Liban (pl. IV), 537.

LEYMERIE (A.). Note sur l'étage garumnien, 360.

Lias. Note de M. d'Archiac sur la découverte faite par M. Pouech du 4^e étage du —, dans le département de l'Ariège, 462. = Sur un nouvel étage à établir à la base de la formation jurassique, par M. J. Martin, 369. = La zone à *Avicula contorta* et le *bone bed* (étage rhétien) au S. E. d'Autun, dans les environs de Couches-les-Mines (Saône-et-Loire). Leurs relations avec les couches qui les précèdent et celles qui les suivent, par M. Edm. Pellat, 546.

Liban (Syrie). sur la découverte de silex taillés dans la chaîne du — et remarques sur l'âge des terrains qui

- le constituant, par M. Louis Lartet (pl. VI), 537.
- LORY (Ch.). Essai d'une nouvelle explication de l'anomalie stratigraphique de Petit-Cœur en Tarentaise, 48.
- Louzée (Belgique). Sur un petit lambeau crétacé situé à —, entre le grand massif crétacé du bassin de Paris et celui de Maëstricht, par M. Malaise, 67.
- Lyon (Rhône). Sur un terrain tertiaire découvert dans l'intérieur de —, avec indication des fossiles y recueillis, par M. E. Dumortier, 287.
- MALAISE. Sur un petit lambeau crétacé situé à Louzée entre le grand massif crétacé du bassin de Paris et celui de Maëstricht, 67. = Découverte de nouveaux fossiles siluriens dans le massif primaire du Brabant, 67.
- Manganèse. Sur la position des dépôts de — dans la Dordogne, par M. Harlé, 33.
- MARCOU (Jules). Étude nouvelle des cataractes du Niagara (pl. II, fig. A, B), 290 et 529.
- MARÈS (P.). Observations sur l'étendue de mer qui couvrait le Sahara à l'époque quaternaire. Remarque de M. Ed. Hébert, 463.
- Marmites de géants. Sur les nombreuses traces de — dans le terrain éocène, par M. Virlet d'Aoust, 186.
- Marquois. Sur les — ou puits naturels, par M. J. Delanoue, 187.
- MARTIN (Jules). Sur un nouvel étage jurassique à la base de cette formation, 369.
- MARTINS (Ch.). Le Spitzberg. Tableau d'un archipel à l'époque glaciaire. Observations de MM. Éd. Lartet et Ed. Hébert, 336.
- Massifs cristallins. Sur la disposition des — des Alpes ou zones d'affleurement, par M. E. Desor (pl. III), 354.
- MELLEVILLE. Sur les gisements ossifères de Cœuvres et de Jouy (Aisne), 180.
- MERCEY (N. de). Sur les éléments du terrain quaternaire aux environs de Paris et spécialement dans le bassin de la Somme. Observations de M. Ém. Benoît, 69.
- Mer Morte ou lac Asphaltite. Note sur la formation du bassin de la — et sur les changements survenus dans le niveau de ce lac (pl. IV), par M. Louis Lartet, 420.
- Météorite. Carbonate de magnésie et de fer dans le — d'Orgeuil, par M. des Cloizeaux, 24.
- Mexique. Sur les phénomènes des *tinajas* et *tinajillas* au —, par M. Virlet d'Aoust, 186. = Sur les salures différentes et les différents degrés de salure de certains lacs du —, par le même, 464.
- Modane (Savoie). Origine de la karsténite de —, par M. des Cloizeaux, 25.
- MÖLLER (Valérien de). Sur les recherches géologiques exécutées dans diverses parties de la Russie d'Europe. Observations de M. de Vernenil, 547.
- MORTILLET (G. de). Silex travaillés recueillis dans le diluvium de Billy (Indre-et-Loire), 23. = L'époque quaternaire dans la vallée du Pô (pl. I). Observations de MM. Dausse et Virlet, 129 et 177. = Age des débris d'*Elephas primigenius* trouvés près de Tenay (Ain). Observations de M. Ém. Benoît, 305. = L'industrie des pierres à fusil et les silex taillés du Grand-Pressigny, 402.

M

N

- Namur. Sur les cavernes de la province de — où ont été trouvés des ossements humains et d'animaux et des produits de l'industrie humaine, par M. Éd. Dupont. Observations de M. Ed. Hébert, 209.
- Niagara. Étude nouvelle des cataractes du —, par M. Jules Marcou (pl. II, fig. A, B), 290 et 529.
- Norvège. Sur quelques roches éruptives de la côte ouest de la —, par MM. Irgens et Th. Hioridahl, 530.

O

- Ophites*. Sur les — de Pouzac et de Bagnères (Hautes-Pyrénées), par M. Virlet d'Aoust, 320.
- Orignac* (Hautes-Pyrénées). Sur une faune pyrénéenne nouvelle des lignites miocènes d' —, par M. Virlet d'Aoust, 318.
- Ossements fossiles*. Sur un dépôt d' — sis à Cœuvres, canton de Vic-sur-Aisne, par M. Calland. Observations de MM. Ed. Hébert et Éd. Lartet, 30.
- Sur les gisements ossifères de Cœuvres et de Jouy (Aisne), par M. Melleville, 180. = Sur la découverte de nombreux — à Trosly-Loire (Aisne), par M. l'abbé Lambert, 404.
- Ovibos musqué*. Sur une phalange onguéale fossile d' —, découverte dans la commune de Tayau (Dordogne) au milieu d'autres ossements fossiles et de produits de l'industrie primitive, par M. Éd. Lartet, 335.

P

- PARÈS. Rapport de la Commission de comptabilité sur les comptes du Trésorier pour l'exercice 1864, 410.
- PARETO (L.). Sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional, 210.
- Paris*. Sur les éléments du terrain quaternaire des environs de —, par M. N. de Mercey. Observations de M. Ém. Benoît, 69.
- PELLAT (Édm.). La zone à *Avicula contorta* et le *bone bed* (étage rhœtien), au S.-E. d'Autun, dans les environs de Couches-les-Mines (Saône-et-Loire). Leurs relations avec les couches qui les précèdent et celles qui les suivent, 546.
- Petit-Cœur* en Tarentaise. Essai d'une nouvelle explication de l'anomalie stratigraphique de —, par M. Ch. Lory, 48.
- Phosphate de chaux*. Formation des nodules de — par un transport moléculaire de ce dernier, par M. Virlet d'Aoust, 130.
- Pô*. L'époque quaternaire dans la vallée du —, par M. G. de Mortillet. (pl. I). Observations de MM. Dausse et Virlet, 129 et 177.
- POUECH (L'abbé). Lettres sur les dépôts tertiaires lacustres de l'Ariège, 13 et 46.
- Procès-verbal* de la réunion extraordinaire de la Société à Cherbourg, par M. Bonissent. (Voir *Cherbourg*.)
- Puits artésiens*. Étude des — dans le bassin du Hodna et dans le Sahara des provinces d'Alger et de Constantine, par M. L. Ville, 106.
- Pyrénées*. Sur les ophites de Pouzac et de Bagnères, dans les Hautes —, par M. Virlet d'Aoust, 320. = Sur les phénomènes de diffusion moléculaire auxquels paraissent dus les quartz spongiaires des mêmes localités, par le même, 330. = Étude comparative des alluvions quaternaires anciennes et des cavernes à ossements des —, au point de vue géologique, paléontologique et anthropologique, par M. F. Garrigou, 396.

Q

- Quartz spongiaires* des Hautes-Pyrénées. Sur les phénomènes de diffusion moléculaire auxquels ils sont dus, par M. Virlet d'Aoust, 330.

R

- RENEVIER (E.). Géologie du massif de l'Oldenhorn et du col du Pillon, en Suisse, composés de terrains nummulitique, crétacé et triasique. Observations de M. Ém. Benoît, 344.
- Rhynchonella meridionalis*. Sur la véritable place de la — qui se rencontre à la partie supérieure du calcaire à Entroques, par M. E. Dumortier. Observations de M. Ed. Hébert, 174.

ROCHEBRUNE (de). Atelier de silex travaillés découvert près d'Angoulême, 68.

Roches éruptives. Sur quelques — de la côte ouest de la Norvège, par MM. Irgens et Th. Hiorldahl, 530.

Rome. Sur l'âge des tufs volcaniques de la campagne de —, par M. l'abbé Rusconi. Observations de M. de Mortillet, 68. = Sur le diluvium des environs de —, par M. de Verneuil,

521. = Sur une petite dent d'*Elephas antiquus* recueillie dans le diluvium des environs de — et renseignements sur ce diluvium, par M. Bleicher, 522 et 524.

RUSCONI (l'abbé). Voir *Rome*.

Russie. Sur les recherches géologiques dans diverses parties de la — d'Europe, par M. Valérien de Möller. Observations de M. de Verneuil, 517.

S

SAEMANN (L.). Sur l'hydrate d'alumine ferrugineuse des Baux (Bouches-du-Rhône), 416.

Sahara. Observations sur l'étendue de mer qui couvrirait le — à l'époque quaternaire, par M. P. Marès. Remarque de M. Ed. Hébert, 463.

Silex taillés recueillis dans le diluvium de Billy (Indre-et-Loire), présentés par M. G. de Mortillet, 23. = Atelier de — découvert près d'Angoulême, par M. de Rochebrune, 68. = L'industrie des pierres à fusil et des — du Grand-Pressigny, par M. G. de Mortillet, 402. = Sur les — du bassin de la Creuse, par M. de Chasteigner. Observations de M. G. de Mortillet, 513. = Sur la découverte de — en Syrie, dans la chaîne du

Liban, par M. Louis Lartet (pl. VI), 537.

Somme. Sur les éléments du terrain quaternaire du bassin de la —, par M. N. de Mercey. Observations de M. Ém. Benoît, 69.

Spitzberg (Le). Tableau d'un archipel à l'époque glaciaire, par M. Ch. Martins. Observations de MM. Éd. Lartet et Ed. Hébert, 336.

Suez. Observations sur la constitution géologique de quelques terrains aux environs de —, par M. Léon Vaillant (pl. II, fig. 1 et 2), 277.

Suisse. Géologie du massif de l'Oldenhorn et du Pillon, en —, composés de terrains nummulitique, crétacé et triasique, par M. E. Renevier. Observations de M. Ém. Benoît, 314.

T

Tayau (Dordogne). Sur une phalange onguéale fossile d'*Ovibos musqué* découverte dans la commune de —, au milieu d'autres ossements fossiles et de produits de l'industrie primitive, par M. Éd. Lartet, 335.

Tenay (Ain). Sur l'âge des débris de l'*Elephas primigenius* trouvés près de —, par M. G. de Mortillet, 305.

Terrain d'alluvion. Sur le — de la vallée de l'Adour, entre Hastings et Lahonce (Basses-Pyrénées), par M. Eug. Wolmeringer, 176.

Terrain carbonifère. Précis d'une histoire du terrain houiller des Alpes, par M. Alph. Favre, 59. = Notice sur le calcaire carbonifère de Dinant-sur-Meuse, par M. Éd. Dupont, 67.

Terrain crétacé. Sur un petit lambeau crétacé situé à Louzée, entre le

grand massif crétacé du bassin de Paris et celui de Maëstricht, par M. Malaise, 67. = Sur le — du massif de l'Oldenhorn, en Suisse par M. E. Renevier, 314.

Terrain jurassique. Sur la formation jurassique de la Dordogne, par M. Harlé, 35.

Terrain nummulitique. Sur le — du massif de l'Oldenhorn, en Suisse, par M. E. Renevier, 314.

Terrain quaternaire. Sur les éléments du — aux environs de Paris et spécialement dans le bassin de la Somme, par M. N. de Mercey. Observations de M. Ém. Benoît, 69. = L'époque quaternaire dans la vallée du Pô, par M. G. de Mortillet (pl. I). Observations de MM. Dausse et Virlet, 429 et 477. = Étude comparative

- des alluvions quaternaires anciennes et des cavernes à ossements des Pyrénées, au point de vue géologique, paléontologique et anthropologique, par M. F. Garrigou, 396. = Sur le diluvium des environs de Rome, par M. de Vernenil, 524. = Sur le même sujet, par M. Bleicher, 524.
- Terrain silurien.* Sur de nouveaux fossiles du — recueillis dans le massif primaire du Brabant, par M. Malaise, 67.
- Terrain tertiaire.* Lettres de l'abbé Pouech sur les dépôts tertiaires lacustres de l'Ariège, 43 et 46. = Sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans le — de l'Apennin septentrional, par M. L. Pareto, 240. = Sur un — découvert dans l'intérieur de Lyon, avec l'indication des fossiles y recueillis, par M. E. Dumortier, 287.
- Terrain triasique.* Sur le — du col du Pillon, en Suisse, par M. E. Renévier, 314.
- Tinajas et tinajillas.* Sur les phénomènes des — au Mexique, par M. Virlet d'Aoust, 486.
- Trésorier (Le).* Projet de budget pour 1865, 350.
- Trosly-Loire. (Aisne).* Sur la découverte de nombreux ossements fossiles à —, par M. l'abbé Lambert, 404.
- Tufs volcaniques.* Sur l'âge des — de la campagne romaine, par M. l'abbé Rusconi. Observations de M. de Mortillet, 68.
- Turquie.* Sur différentes modifications apportées par M. A. Boué dans ses classements géologiques de la — en 1840, 464.

V

- VAILLANT (Léon). Observations sur la constitution géologique de quelques terrains aux environs de Suez (pl. II, fig. 4 et 2), 277.
- VERNEUIL (de). Sur le diluvium des environs de Rome, 524.
- Vienne (Autriche). Approvisionnement d'eau pour —, par M. A. Boué, 309.
- VILLE (L.). Étude des puits artésiens dans le bassin du Hodna et dans le Sahara des provinces d'Alger et de Constantine, 406.
- VIRLET D'Aoust. Formation des couches de grès par transports moléculaires de la matière du ciment et des nodules de phosphate de chaux par un transport moléculaire de ce dernier, 430. = Sur la flexibilité générale des couches du globe, 455. = Sur les nombreuses traces de marmites de géants dans le terrain éocène, et sur les phénomènes des *tinajas* et *tinajillas*, au Mexique, 486. = Sur une faune pyrénéenne nouvelle des lignites miocènes d'Orignac; sur les ophites du pont de Pouzac et des environs de Bagnères-de-Bigorre; sur les phénomènes de diffusion moléculaire auxquels paraissent dus les quartz spongiaires des mêmes localités, 318. = Notes minéralogiques et géologiques sur le minéral de fer alumineux de Mourès, dit aussi des Baux (Bouches-du-Rhône), 418. = Sur les salures différentes et les différents degrés de salure de certains lacs du Mexique, 464.

W

- WOLMERINGER (Eug.). Sur le terrain d'alluvion de la vallée de l'Adour, entre Hastings et Lahonce (Basses-Pyrénées), 476.

Liste des planches.

- I, p. 477. G. DE MORTILLET. — Profil des fleuves et rivières le long du chemin de fer de Milan à Venise et à Udine.
- II, p. 277. L. VAILLANT. — Figures 1 et 2. Coupes prises dans la chaîne des monts Attaka, dans les environs de Suez.
- II, p. 290. J. MARCOU. — Carte du fleuve Niagara, entre les lacs Érié et Ontario.
- III, p. 354. E. DESOR. — Distribution des massifs cristallins dans la partie orientale des Alpes.
- IV, p. 420. Louis LARTET. — Esquisse géologique du bassin de la mer Morte et du désert de l'Arabah.
- V, p. 476. F. GARRIGOU. — Carte pour la description géologique du bassin de l'Ariège.
- VI, p. 537. Louis LARTET. — Brèche osseuse, dents de ruminants et silex taillés des grottes du Nahr-el-Kelb (Syrie).

ERRATA.

Pages.	Lignes.
448	49, <i>au lieu de</i> : argileuse, <i>lisez</i> : esquilleuse.
464	8, <i>en remontant, au lieu de</i> : Cuantitlan, <i>lisez</i> : Cuautitlan.
464	<i>dernière, au lieu de</i> : Chaleo, <i>lisez</i> : Chalco.
465	7 et 29, <i>au lieu de</i> : Oxayacatl, <i>lisez</i> : Axayacatl.
468	44, <i>au lieu de</i> : M. Saint-Clair Dupont, <i>lisez</i> : M. Saint-Clair Duport.

